Nº 3 MARS 1942

Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTHONY (1937-1941).

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN,
8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

La médecine néo-hippocratique.

La nouvelle orientation des idées médicales tend à la rénovation et au remaniement des notions fondamentales de la doctrine millénaire d'Hippocrate. Elle cherche à rapprocher les données de cette doctrine des résultats des enseignements cliniques et expérimentaux modernes.

En effet, l'état de santé se caractérise par un rythme régulier et l'homme idéal concrétise l'homme en parfait équilibre physique et moral. La souffrance indique l'apparition d'une rupture d'équilibre humoral et le déclenchement des énergies luttant contre la désorganisation de l'organisme.

Seule, l'interdépendance étroite des organes permet le discernement détaillé des activités cellulaires, des réactions intertissulaires et de tous les échanges qui visent l'entretien et le maintien de la vie, donc l'équilibre organique concrétise la synthèse du jeu d'ensemble de toutes les parties de l'organisme humain.

Et puisque l'analyse a élucidé tous les éléments qui collaborent à la structure du corps, la synthèse doit s'efforcer de concevoir tous ces éléments à l'état vivant et se représenter ensuite l'organisme humain dans l'ensemble de la nature.

La cellule résume les réactions les plus élémentaires de la vie et ses relations avec les tissus sont très étroites. Il ne s'agit pas seulement d'un assemblage de cellules assujeties à un centre nerveux. L'unité organique est le trait le plus manifeste de la vie et seul capable de constituer un équilibre fonctionnel.

Le terrain doit être considéré comme un élément essentiellement instable, car, au cours de son évolution, la cellule garde l'empreinte de tous les phénomènes biologiques subis à ses différentes phases. Dès la première minute de la vie et jusqu'à la fin, chacun des éléments que la science nous permet de considérer n'a de possibilité de persistance et n'a du de possibilité d'élaboration, que dans ses rapports avec le tout, l'unité n'étant pas seulement, d'après Biot, une réalité actuelle, elle est non moins manifeste durant le déroulement de la vie au cours du temps, c'est-à-dire que le présent reste toujours imprégné de ce qui l'a précédé et l'histoire domine la science des êtres vivants.

L'effort de la médecine doit porter particulièrement sur l'origine de la vie et sa plus grande tâche doit être consacrée aux investigations des conditions qui permettront de saisir véritablement l'homme non seulement du point de vue organique et psychique, mais jusque dans les pulsations de son essence vitale.

Nous devons rejeter les systèmes philosophiques et scientifiques, disait Claude Bernard, comme on briserait les chaînes d'un esclavage intellectuel. En tant que discipline scientifique, la médecine est indépendante de toute doctrine. Elle n'a pas plus le droit d'être vitaliste que mécaniste, matérialiste que spiritualiste. L'homme est à la fois complexité et simplicité, unité et multiplicité, et chaque individu possède sa propre histoire qui n'a de pareille aucune autre.

La résistance des individus aux maladies diffère selon leur hérédité et selon l'action de leur milieu. Une déficience héréditaire d'un organe transmet une moindre résistance de cet organe pour certaines maladies. Le surmenage, l'insuffisance des conditions d'hygiène, le manque de soleil, d'air, les régimes

trop riches ou trop pauvres, les phases de transformation et affaiblissantes contribuent à créer des points de moindre résistance. On sait combien chez le peuple juif, par suite de tortures morales et physiques, leur tempérament les prédispose aux maladies nerveuses. Car l'hérédité intervient activement dans la constitution de l'individu et son trait fondamental c'est d'être conservatrice.

Il est certain que l'étude des périodes préclinques, restée dans le domaine de la spéculation, et l'étude du tempérament sont importants pour préciser et déterminer cette phase initiale des maladies où les signes cliniques sont à peine appréciables. Selon Delore cette période préclinique n'est caractérisée que dans un ordre restreint de maladies.

Elle échappe au sujet et à l'examen direct. Elle se dissimule sous l'apparence de la santé. Il faut la rechercher et la déceler par des techniques souvent compliquées, de nature très diverse.

La constitution de l'individu est conditionnée par l'hérédité, le milieu, le climat, le genre de vie. Pittard souligne l'influence du régime économique et social, et Denicker révèle que le genre de vie influe sur la taille de l'individu. La vie aisée agit sur l'accroissement de la stature. A toutes les influences du milieu cosmique, chaque organisme réagit d'une façon particulière qui lui permet de parfaire sa propre individualité.

Les climats froids et chauds procurent les caractères particuliers de rusticité ou d'affinement de la peau. Le manque d'exercice et la suralimentation provoquent la croissance rapide de l'affiné et ses fonctions génitales sont exaltées et évoluent plus rapidement vers le déclin.

Le suraffinement, résultat de la civilisation, est un danger contre lequel il faut lutter au moyen d'une alimentation naturelle, exercices physiques, la vie en plein air, bains froids, douches et rééducation du système vaso-moteur.

Pour Hippocrate, écrit Baissette, la médecine est la science des rapports du corps humain avec les objets ambiants. Le corps n'est pas un objet isolé, mais un centre, aboutissement et point de départ.

Les ouvrages *Des Crises et Des Jours critiques* préludent à l'exposé de sa théorie des humeurs. L'influence pythagoricienne est incontestable.

La médecine primitive présente trois aspects : empirique, magique et religieuse. Les doctrines médicales sont empruntées à la philosophie.

Hippocrate admet au corps humain un équilibre préétabli et définit le tempérament comme l'expression de la réaction entre cet organisme et le milieu extérieur. La constitution varie selon quatre types constants en étroite relation avec les quatre humeurs cardinales. Les découvertes de Widal sur l'anaphylaxie, la colloïdoclasie, ne firent que traduire la rupture d'équilibre humoral d'Hippocrate. L'équilibre des humeurs constitue la crase, sa rupture ou son déséquilibre constitue la maladie.

Selon Sydenham, dont les idées ont eu une grande répercussion sur la marche de la médecine, la maladie est la lutte du physis, de la nature de l'individu contre une lésion, le rôle du médecin est de soutenir la nature de cette lutte.

Parmi les facteurs de variation de l'équilibre physiologique de l'organisme humain, vis-à-vis desquels cet organisme est armé pour réagir, on trouve les facteurs alimentaires. Les mêmes régimes ne conviennent pas à tous les tempéraments. La modération et le choix raisonnable des catégories alimentaires s'impose pour chacun des tempéraments, seule façon d'obtenir l'harmonie fonctionnelle.

Il faut souligner la complexité du domaine de la sensibilité, les réflexes de défense, de la conscience et la subconscience qui forment la personnalité, les réflexes conditionnels, les tendances et la mémoire locale et générale, les états émotionnels, les refoulements qui contribuent à la manière de sentir, les sautes d'humeurs et l'imagination.

On sait que le nerf vague freine le rythme du cœur, stimule la sécrétion salivaire, c'est le nerf de l'épargne. Par contre, le sympathique accélère le rythme du cœur, freine l'acte de la digestion et dépense toutes les réserves des graisses et des sucres. Pende ramène les individus à quatre biotypes principaux qui peuvent comporter naturellement des types intermédiaires ou mixtes. L'anabolique est un bréviligne, hypersthénique et plutôt hypothyroïdien. Le catabolique est longiligne, asthénique et plus souvent hyperthyroïdien ou hyperthyroïdo-hyperpituitaire. Le premier est d'humeur euphorique, le catabolique est inquiet, rêveur, et le troisième type est eurythmique.

Mac Auliffe et Thooris divisent les types en « plats » et « ronds » avec leurs variations. Les fonctions essentielles de la vie conditionnent les caractères. Les individus se distinguent par leur morphologie et leur physico-chimie et les autres par leur cénesthésie.

Kretschmer divise l'énorme masse d'individus en deux catégories, les schizothymes et les cyclothymes. Il considère les aliénés comme des réalisations caricaturales des tendances mentales qui préoccupent la vie psychique des êtres normaux.

Il ne faut plus insister sur le rôle important des recherches modernes qui ont mis en évidence l'intime relation entre les glandes internes et les centres nerveux, et le terme neurocrinie est né de la corrélation hypophysotubérienne, mais cette corrélation est aussi intime avec les autres glandes.

Bien qu'on puisse classer en catégories distinctes les tempéraments, il existe dans chaque cas des nuances si particulières que chaque personnalité reste individuelle, comme aussi chaque visage, chaque état humoral, chaque psychisme, chaque écriture. Avec l'étude du terrain constitutionnel, des tendances primitives, s'ouvre un horizon des plus larges pour la médecine, son domaine touchant ainsi aux sources de la biologie, de la cosmobiologie, de la physique cellulaire, à la connaissance des rythmes et des oscillations des électrons de la cellule, et c'est dans ce sens que ces recherches tendent à constituer et ériger une conception physique et dynamique non seule-

ment de la maladie, mais de l'homme non détaché de son milieu cosmique, mais de l'homme dans son unité psycho-physique.

La véritable médecine humaine devra se fonder sur la conciliation de l'esprit de synthèse et l'esprit d'analyse, sur la conception dynamique individuelle de la maladie, sur la synthèse du corps et de l'esprit.

Dr H. Herscovici.

Carrières Biologiques.

Que doit-on entendre par carrières biologiques? L'ensemble des professions scientifiques faisant appel à l'utilisation constante des connaissances de la Biologie générale appliquée.

Outre les « Biologistes purs », hommes et femmes de laboratoire généralement licenciés ou docteurs ès sciences, les carrières biologiques comprennent *l'Agronomie, la Vétérinaire, la Pharmacie, la Médecine*, comme Arts appliqués, prenant leurs bases sur les *Sciences Naturelles* suivantes : *Biologie Générale, Virologie, Botanique, Zoologie.*

Les luttes de chapelles ont fait un tort immense à certaines de ces professions durant des siècles. Le mieux serait de considérer la *Corporation Biologique*, corporation scientifique, d'élite, libérale, englobant les professions ci-dessus nommées avec leurs spécialisations, en accordant une équivalence absolue entre elles, car toutes, pour être bien pratiquées, exigent autant de conscience, d'efforts, de connaissances. Nous, qui nous sommes astreint à suivre le programme de chacune de ces Ecoles, pouvons le dire, en toute impartialité. Du reste, en voici quelques raisons.

Parmi les candidats à ces carrières, tous sont astreints au début de leurs études à ajouter les mêmes notions générales, celles de l'ancien *P. C. N.* devenu *P. C. B.* Ce certificat d'études physiques, chimiques et biologiques, délivré par les Facultés des Sciences est obligatoire pour les futures médecins, les pharmaciens l'apprennent en première année et les élèves agronomes et vétérinaires sont obligés, sinon d'avoir le parchemin, du moins d'en posséder les connaissances avant de se présenter aux concours d'admission.

Ne serait-il plus rationnel d'exiger que tous ceux qui désirent se consacrer aux études biologiques possèdent le baccalauréat *et* le *P. C. B.* Ainsi, tous auraient ce lien commun d'être d'anciens étudiants des Facultés des Sciences ce qui créerait, non seulement, des liens de camaraderie estudiantine, de cohésion sociale, mais aussi une reviviscence de nos Facultés des Sciences.

Les études « complètes » pour arracher le parchemin d'agronome, de vétérinaire, de médecin, de pharmacien, exigent un nombre sensiblement égal d'heures de leçons, de travaux pratiques, de bibliothèque, etc... Un petit effort administratif permettrait de mieux répartir les programmes et de délivrer les diplômes en des temps égaux.

Le baccalauréat jusqu'à 17 ans en moyenne, le P. C. B. à 18 ans, il faut encore généralement cinq ans pour faire un bon débutant en médecine (humaine, en vétérinaire, pharmacie) en agronomie.

Médecine humaine et vétérinaire exigent, outre la connaissance de l'Anatomie, de la Physiologie, de l'étiologie des maladies et leurs thérapeutiques, des connaissances générales sur la Zoologie, la Botanique, la Chimie.

La Pharmacie, outre la Physique et la Chimie indispensables à ses techniques demande la connaissance de la Physiologie, de l'étiologie, de la pharmacologie, thérapeutique, etc...

Aux bases même de l'Agronomie; Physique, Chimie, Botanique, Zoologie, il faut joindre l'Agrotechnie, et la Zootechnie, la Physiologie normale et pathologique des plantes cultivées et des animaux domestiques.

Un examen des programmes officiels des Facultés de Médecine et de Pharmacie, des Ecoles vétérinaires et agronomiques suffit à prouver l'équivalence scientifique de ces carrières et, d'autre part, leur équivalence sociale est indéniable.

Corporatisme biologique.

Nous voyons dans nos études sur la « *Sociologie et Sciences biologiques* », « *Philosophie et Sciences biologiques* », « *Morale et Sciences biologiques* » que les biologistes font partie de l'élite de la Nation, des spécialistes de l'intelligence, dans les divisions sociales du travail. Ce que nous disons ci-dessus pourra être comparé avec nos travaux sur le Corporatisme agraire, et l'Economie agraire publiés en 1940 en polycopie (1) et dans *Tours Soir*. Nous avons fait un plan du corporatisme agraire *dégagé de toute politique*. Nous sommes flatté de voir que la Constitution corporative agraire publiée au *Journal Officiel* du 7-12-40 est une réplique presque absolue de notre texte. Espérons que notre plan du corporatisme biologique aura le même sort.

Le Corporatisme biologique est indispensable au relèvement de la France et à la progression de l'humanité. Il faut que l'Etat s'appuie sur les Sociétés savantes, les Compagnies corporatives biologiques (Ordres des Agronomes, des Vétérinaires, des Pharmaciens, des Médecins). Le premier est encore à réaliser légalement.

La France, appauvrie, ravagée dans sa spiritualité comme elle l'a été dans son sol doit être revalorisée immédiatement par son élite : orienter les cultures vers les débouchés actuels, reconstituer un cheptel, une pharmacopée permettant la thérapeutique magistrale, voilà du travail pour les biologistes des branches agronomiques, vétérinaires, pharmaceutique, médicale.

L'homme de sciences, et en particulier le Biologiste ne doit pas être traité en citoyen inexistant,

1. 7 fascicules chez l'auteur, collection *Tours Soir*, 1941.

mais comme l'artisan indispensable au relèvement de notre Patrie, comme le paysan, comme l'industriel.

C'est aux Biologistes à établir les liens sociaux dépendant de la Biologie : Hygiène, Eugénique, Traitements sociaux, Prophylaxie vétérinaire, Rationalisation agricole.

La législation « biologique » doit être l'œuvre des Biologistes par les « Corporations biologiques » ou Ordres des Agronomes, des Vétérinaires, des Pharmaciens, des Médecins.

La Fondation Française pour l'Etude des Problèmes humains qui vient d'être créée, avec A. CARREL à la tête, nous donnera, nous l'espérons, la réalisation de ce vœu.

Jean SCHUNCK DE GOLDFIEM.

Centenaire de la Bobine de Rhumkorff.

Déjà cent ans ont passés depuis que Bréguet et Masson présentaient le 23 août à l'Académie des Sciences leur première machine à induction qui reçut ses perfectionnements de H. D. Rhumkorff (né au Hanovre en 1803 et mort à Paris en 1877). En 1851 il avait résolu d'y adjoindre un rupteur rapide. A l'occasion de l'Exposition Universelle de 1855, Rhumkorff obtint la médaille de première classe et la Légion d'honneur, il gagna d'ailleurs un autre prix de 50.000 francs, en 1858.

Que de chemin parcouru depuis cette époque héroïque! passons rapidement en revue les différents usages que l'on fait encore de la Bobine de Rhumkorff (transfo à vibreur). En premier lieu elle est encore employée dans les Lycées et Collèges, les Etablissements d'enseignements et de recherches scientifiques soit pour les démonstrations des courants dans les tubes du Dr Geissler soit pour la production des Rayons X que le Dr Conrad Röntgen découvrit à Wurtzbourg en 1895. Les Frères Brunet-Loiseau à Paris réussirent à surmonter les difficultés produites par les étincelles du vibreur et construisent des bobines fonctionnant sur le secteur de 115 volts et avec lesquels on obtient facilement 5 à 7 cm. d'étincelle.

Il n'est pas jusqu'aux appareils dits à Rayons Violets qui ne contiennent une bobine de Rhumkorff et son vibreur. C'est aussi grâce à elle que Branly et Marconi établirent leurs premiers appareils de T. S. F.; que le Prof. d'Arsonval réussi à construire son appareil de haute-fréquence, que le Prof. Blondlot à Nancy fit la découverte des Rayons N ce qui lui valu le prix Lecomte de l'Académie. Le temps n'est peut-être pas éloigné ou la Bobine de Rhumkorff permettra de faire de véritables révolutions scientifiques.

Dr RAMEAU.

ERRATA

« *Notice sur M. Emile Picard* », par Georges BOULIGAND parue dans le n° 1, 1942, pages 1 à 3 :

Page 2, 1re colonne, 5e alinéa, ligne 3, au lieu de *Considérations* lire *considérations.*

Page 3, 1re colonne, 1er alinéa, lignes 4 et 5 en remontant, supprimez les mots en italiques; 2e alinéa ligne 4 en remontant au lieu de *périodes intégrales* lire *périodes des intégrales.*

Page 3, 2e colonne, 3e alinéa, ligne 4, au lieu de *suggestives* lire *suggestive.*

SUR LA VISION CHEZ LES VERTÉBRÉS ET CHEZ LES ARTHROPODES

I. — Vertébrés.

La réception de l'image lumineuse et sa transformation en image mentale.

Le terme pittoresque : « vision en mosaïque » (J. Müller) ne peut pas servir à caractériser la vision des arthropodes, parce qu'il convient tout aussi bien à celle des vertébrés, comme le prouvent le calcul du pouvoir séparateur, chez l'homme, et sa vérification par l'expérience. De plus, il ne peut s'appliquer qu'à la phase initiale de la vision, la réception de l'image lumineuse par des éléments *discontinus*, les cônes et les bâtonnets. Cette première image, en effet, est transformée aussitôt par la rétine, centre nerveux inférieur, et lorsqu'elle devient consciente, après avoir été transmise aux centres psycho-sensoriels de l'écorce cérébrale, nous la percevons sous une forme *continue*; bien mieux ! dans l'image perçue, il n'y a aucune trace des lacunes qu'elle devrait contenir, car nous ne percevons jamais, sans artifice, l'ombre portée du réseau vasculaire de la rétine, ni le défaut de vision de la papille (punctum cœcum).

Dans ce processus, nous comprenons très bien la première phase, celle où la lumière excite les éléments récepteurs de la rétine, et où cette excitation est transmise aux régions profondes par les cellules bipolaires; nous remarquons que les bipolaires pour cônes ne sont en rapport qu'avec un seul de ces éléments, tandis que plusieurs bâtonnets s'articulent avec une seule des bipolaires qui leur sont destinées, et nous tirons de ce fait une explication plausible de la netteté de notre vision au centre de la rétine, où il n'y a que des cônes, et de son imprécision à la périphérie, où les bâtonnets prédominent. Mais dès que les couches profondes de la rétine entrent en jeu, nous ne comprenons plus, parce qu'il s'est fait, dans ce centre nerveux, une transformation radicale de l'image *lumineuse* en image *visuelle*, qui est d'une nature essentiellement différente et qui obéit à des lois que nous ne connaissons pas.

Pour se rendre compte de la nature et de l'importance de la transformation effectuée par le centre rétinien, il suffit de comparer le nombre des récepteurs rétiniens à celui des fibres du nerf optique, qui transmettent l'image aux centres supérieurs. Or, suivant Krause, il y a dans la rétine humaine 7 millions de cônes et 130 millions de bâtonnets, tandis que les fibres du nerf optique ne dépassent pas 800.000 et encore, dans ce total, y a-t-il un grand nombre de fibres afférentes, qui viennent des centres supérieurs et se terminent dans la rétine; la disproportion est énorme. Ce n'est donc pas une image comparable à l'image *lumineuse*, qui est transmise, morceau par morceau, aux centres corticaux; c'est déjà une image *mentale* dont, par introspection, nous avons appris à connaître tout, sauf son essence et le mécanisme de sa transmission, au travers des centres nerveux, jusqu'au domaine de la pensée.

Malgré la transformation profonde qu'ont subie les propriétés de l'image lumineuse, au moment où la perception s'effectue, nous recevons pourtant une notion exacte du monde extérieur — sauf « illusion d'optique ». Ce pouvoir que la vue nous donne, de connaître dans les plus petits détails la forme des objets et leur situation dans l'espace, nous paraît devoir échapper à toutes les explications; il est pourtant intéressant de le comparer avec celui que nous tenons de notre autre sens spatial, le toucher.

Cajal, sans développer son idée, dit que les cônes et les bâtonnets ont une « *propriété spatiale* ». Ce terme, qui paraît vague à première vue, doit pourtant retenir notre attention, car il s'applique aussi bien aux organes du toucher, et l'on sait les rapports intimes qui existent entre les fonctions tactile et visuelle. La première est utilisée de très bonne heure par les petits enfants — avec quelle ardeur ! Très tôt éduquée, elle éduque à son tour la fonction visuelle. L'histoire des opérés de cataracte congénitale prouve que, lorsque cette éducation est tardive, la vision ne se développe que très lentement, non sans beaucoup de peine. Dans le tact, comme dans la vue, les surfaces réceptrices ont des localisations où la sensibilité est plus précise — la pulpe des doigts, la fovéa de la rétine. Certaines illusions du tact ont leurs analogues parmi les erreurs de la vue.

On pourrait donc dire, sans sortir de la réalité, que nous palpons l'espace avec notre rétine, de la même façon que les aveugles lisent avec leurs doigts.

On peut supposer que nous connaissons la surface de notre rétine aussi bien que celle de nos doigts, et qu'il s'établit des systèmes de référence, qui nous permettent de déduire la forme des objets de la position des points de contact, soit avec les objets eux-mêmes, soit avec les radiations qui en partent — et ce qui complique encore les choses, c'est que, dans ces systèmes de référence, il y aurait nécessairement un élément variable, la notion de la verticale, que l'appareil vestibulaire seul

peut nous donner. Mais ce sont là des conceptions purement spéculatives, auxquelles il ne faut pas s'attarder.

L'anatomie et l'histologie normales et pathologiques nous ont fourni déjà beaucoup de notions précieuses sur les organes où se déroulent ces phénomènes. Mais ce qui ressort le mieux des observations microscopiques, en général et dans le cas particulier des organes visuels, c'est que l'organisation de la matière, sous l'action d'une énergie que nous ne connaissons pas, donne naissance aux organes les plus délicats, sans se laisser arrêter par aucun degré de complication, lorsque les besoins de l'être vivant l'exigent; et le plus admirable, dans l'anatomie et la physiologie des appareils sensoriels, c'est le réglage parfait qui accorde entre elles toutes les parties constituantes des ensembles les plus compliqués, par où les fonctions acquièrent toute leur utilité — on en verra de nombreux exemples plus loin.

II. — **Arthropodes.**

L'œil composé des arthropodes est anatomiquement très différent de l'œil vésiculaire des vertébrés. Dans ce dernier, il n'y a qu'un seul appareil de réfraction et la lumière n'atteint les extrémités photo-sensibles des récepteurs qu'après avoir traversé toute l'épaisseur de la rétine, qui est concave par sa face antérieure. Chez les articulés, au contraire, l'œil est formé d'un très grand nombre d'ommatidies qui ont chacune leur rétinule et leur appareil de réfraction; dans son ensemble, la rétine totale est convexe; ses récepteurs, infiniment moins nombreux que ceux des vertébrés, reçoivent directement la lumière par leur extrémité photo-sensible.

Pourtant la vision s'effectue par des phénomènes de même ordre, dans ces deux classes d'animaux, car on retrouve dans les centres visuels des articulés la stratification compliquée, d'une régularité géométrique, qui est la caractéristique de tous les centres visuels chez les vertébrés.

Mais cette structure, chez la mouche, est poussée à un degré de perfection et de complexité qui dépasse tout ce que l'on peut imaginer. Cajal dit que l'œil de la mouche, comparé à celui des vertébrés est comme un chronomètre de prix — une « savonnette » — à l'égard d'une horloge grossière pendue au mur. Cela tient à ce que la vision de la mouche est, par certains côtés, beaucoup plus compliquée que celle des vertébrés.

La réfraction dans les yeux composés.

Les phénomènes élémentaires de la réfraction sont simples en eux-mêmes, mais ils n'ont pas encore été précisés d'une façon suffisante, ce qui a provoqué l'apparition de théories inacceptables, fondées sur des conceptions purement spéculatives. Ces conceptions ont eu pour point de départ les observations d'Exner, qui a admis la possibilité, pour un point matériel, de faire simultanément son image dans plusieurs ommatidies voisines. Le fait est exact en soi; mais la multiplicité des axes optiques principaux et secondaires entraîne une telle complexité que le mécanisme de la réception des images est actuellement encore très discuté.

Pour étudier cette question, j'ai repris la vieille expérience de Leuwenhoek, qui, le premier, a observé au microscope les images réelles formées par les « cornées à facettes ». J'ai utilisé pour cette étude plusieurs petites espèces de mouches, la mouche domestique, et surtout la mouche bleue (Calliphora vomitoria), à laquelle se rapportent les chiffres donnés plus bas. Mais, avant de décrire l'appareil de réfraction, il est nécessaire d'établir la topographie de l'œil en place.

Topographie de l'œil.

La cornée de la mouche bleue femelle est un ovoïde très allongé, dirigé obliquement de haut en bas et de dedans en dehors. Sa surface mesure 3 mm². Le relevé des profils sur des têtes intactes montre que, dans ses 2/3 internes, elle est régulièrement sphérique et que son rayon de courbure est de 1 mm. Plus en dehors ce rayon se raccourcit progressivement jusqu'au bord externe. L'angle de la cornée, suivant son grand axe, peut atteindre 160°.

Les droites qui passent par le centre de courbure de la cornée et par le centre de figure des cornéules, sont les *axes optiques principaux* des ommatidies. Les plans qui passent par le centre de courbure et le bord des cornéules divisent l'espace en secteurs pyramidaux, qui sont les *champs visuels* des ommatidies; les angles au sommet de ces pyramides sont les *angles visuels*. Mais ceci n'est vrai que pour les axes principaux, car il existe, dans les ommatidies, des *axes optiques secondaires*, qui pénètrent dans les champs visuels des six ommatidies contiguës à celles d'où ils proviennent. Nous reviendrons plus loin sur ce point, qui est particulièrement important.

Technique histologique.

Pour l'étude histologique, la cornée, prélevée à l'état frais, est portée dans l'eau salée et débarrassée, au pinceau, des structures molles et pigmentées de l'œil. Après incisions marginales, elle

est étalée sur une lamelle, la face intérieure en dessous, puis poussée sur une goutte de solution sirupeuse de gomme arabique, où elle flotte, sans que sa face extérieure se souille, parce qu'elle est protégée par l'hydrophobie des téguments de l'insecte. Après dessiccation, la lamelle est retournée et collée sur des cales fixées à une lame. La préparation est stable et peut être examinée aux plus forts grossissements, pour pratiquer les mensurations nécessaires. La surface convexe des cornéules reste parfaitement intacte, si la surface intérieure de la cornée n'a pas séché au contact de l'air pendant les manipulations.

Pour observer les cornéules de profil, et mesurer leur rayon de courbure, il faut tailler au scalpel des lanières étroites dans une cornée étalée sur verre; ces lanières, portées dans l'eau, reprennent la courbure de la cornée et se posent sur leur tranche; il suffit de les recouvrir de gomme et de les traiter comme ci-dessus, après dessiccation, pour avoir des préparations stables, où les éléments n'ont subi aucune déformation (fig. 1, *1*).

Cette technique à la gomme arabique est la seule qui permette de conserver intégralement la forme des cornéules, surtout chez la mouche bleue, dont la cornée est particulièrement résistante. Toutes les autres techniques produisent des altérations qui rendent impossible la connaissance exacte de leurs propriétés optiques. (Cf. fig. 2, A.)

Que valent les mesures prises sur ces préparations ? car on n'a prélevé que la cornée, sans les cônes ou pseudo-cônes sous-jacents. Elles sont très suffisamment exactes, parce que la cornée, avec la substance plus ou moins liquide qui remplit la cavité de l'ommatidie, constitue un *dioptre*, dont la base a été enlevée dans la préparation, mais remplacée par de la gomme, ce qui rétablit ses propriétés optiques. On a cru que l'ommatidie, chez la mouche, contenait un liquide peu réfringent, semblable à l'hémolymphe; c'est inexact, car dans ce cas la longueur focale serait beaucoup trop grande. Il est plus conforme aux notions que nous possédons sur les milieux de l'œil, en général, de supposer que la réfringence de ce liquide est égale à celle de la cornéule. Or, les images réelles des cornéules disparaissent complètement dans la glycérine dont je me suis servi, dont l'indice est 1,449 — d'autre part la gomme arabique sèche disparaît complètement lorsqu'on la plonge dans la glycérine : son indice est donc très voisin de celui de la cornéule. De fait, l'étude des images réelles, dans les préparations à la gomme, permet de déterminer une longueur focale qui, employée dans des reconstructions, donne des figures d'ommatidies dont les proportions sont semblables à celles que l'on observe dans les préparations histologiques d'œil de mouche, ou dans les figures qui ont été publiées. L'hypothèse relative à l'indice de réfraction des milieux de l'œil se trouve donc vérifiée, et l'on peut affirmer que la face convexe des cornéules est la seule surface de réfraction des ommatidies. Le cône cristallin, quelle que soit sa variété, ne peut servir que de milieu transparent, de corps vitré [1].

Les cornéules.

Il y a 5.700 cornéules dans la cornée de la mouche bleue (♀); elles sont très régulièrement rangées en files et forment un dessin assez compliqué, identique chez toutes les mouches, qui ne se retrouve pas chez les autres insectes.

Leur forme et leur taille varient d'une région à l'autre, mais toujours par gradations très régulières et sans qu'il y ait de limite nette entre les régions. La plupart sont hexagonales, régulières ou allongées dans un sens. Dans certaines régions elles sont carrées, le passage entre l'hexagone et le carré se faisant par raccourcissement progressif de deux côtés opposés.

Leur diamètre varie de 20 μ 8 à 28 μ 6 et même 32 μ, mais la région où siègent ces grandes cornéules est très limitée. Ces dimensions répondent à des angles visuels de 68', 94', et 98'.

D'une façon générale, les petites cornéules siègent à la partie inférieure de l'œil et le long du bord interne, dans son tiers inférieur, c'est-à-dire au voisinage de la bouche et de la partie du sol la

1. La constitution du système optique des diptères, décrite ici, se retrouve chez beaucoup d'insectes, mais non chez les coléoptères. La cornée du hanneton est très épaisse (75 μ) et sa réfringence est très supérieure à celle de la gomme; sa surface extérieure, en contact avec l'air, est à peu près lisse; mais sur sa face profonde les cornéules sont très saillantes et, comme cette face est en contact avec un liquide moins réfringent qu'elles, il se trouve que celles-ci ne sont pas des dioptres, mais des lentilles biconvexes, dont la face extérieure ne possède pas une convexité supérieure à celle de l'ensemble de la cornée. Il résulte de là que, montée entre lame et lamelle dans la gomme, en guise de baume, la cornée du hanneton conserve la propriété de former des images réelles, tandis que, dans les mêmes conditions, celle de la mouche la perd complètement.

Je dois ajouter que, chez tous les insectes, c'est uniquement la cornée qui, par l'une de ses faces, ou par les deux à la fois, constitue l'appareil convergent de l'ommatidie. Le cône cristallin, chez les insectes dits eucônes, n'est qu'une forme particulière, caractérisée par sa consistance et par la position des cellules qui président à sa formation, mais son rôle est celui d'un corps vitré, comme le pseudo-cône des autres insectes. Exner a émis une théorie singulière sur ce cône : il servirait à empêcher la formation des images réelles cornéulaires. En réalité, sa forme lui est imposée par la cavité où il siège; elle n'a rien à voir avec ses propriétés optiques.

Comme toutes les substances très imbibées, le cône est fortement bouleversé par les réactifs fixateurs et c'est la cause des fables dont il a été l'objet.

plus rapprochée. La région à grandes cornéules occupe le tiers moyen du bord interne et s'étend sur le milieu de l'œil.

Il est donc évident que, chez la mouche comme chez les vertébrés, il y a des régions où l'acuité visuelle est plus grande qu'ailleurs. Chez les autres insectes, cette disposition n'existe pas.

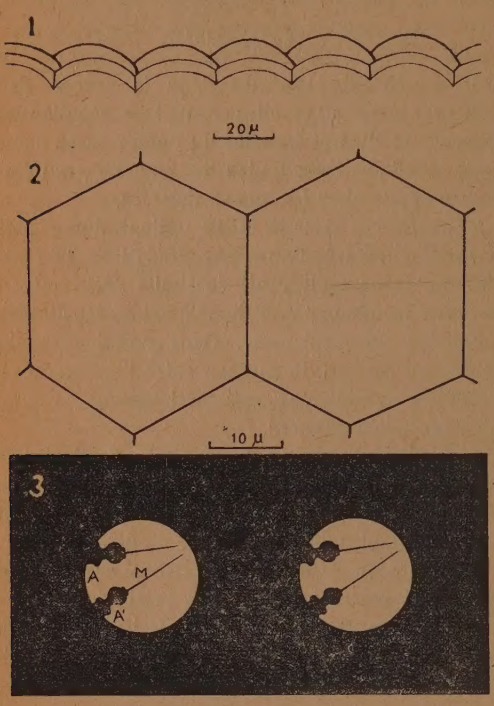

Fig. 1. — *1*) Coupe épaisse de cornée fraîche de Calliphora vomitoria. En bas, un premier rang de cornéules coupées; en haut, un deuxième rang de cornéules intactes, montrant leur convexité sans déformation. Le mince derme, sur lequel les cornéules reposent, n'a pas été représenté; — *2*) et *3*) Deux cornéules de la même mouche, avec mise au point sur leurs interstices (*2*) et sur leurs images réelles (*3*). Dans cette dernière figure on voit une aiguille à dissocier dont la pointe est appuyée sur le miroir. — *M* image lumineuse du miroir; *A* image réelle de l'aiguille; *A'* image réelle de son image virtuelle dans le miroir plan.

Les cornéules sont constituées par des lamelles anhistes à faces parallèles, épaisses de 8 μ environ, bombées en coupoles sphériques, dont l'angle est d'environ 140°; leur rayon de courbure est de 22 μ en moyenne. A leur périphérie elles sont taillées à pic en hexagones ou en carrés; elles s'unissent entre elles sur leur tranche par une mince couche de ciment très peu réfringent; le raccord est si parfait qu'en aucun point la sphéricité des faces n'est altérée (fig. 1, *1*). Ces lames reposent sur un derme très mince et beaucoup moins réfringent.

Les images réelles des cornéules. Expérience de Leuwenhoek.

Pour voir les images réelles des cornéules, il faut enlever le condensateur et se servir du miroir plan. En remontant l'objectif, le dessin des cornéules disparaît et fait place aux images réelles (fig. 1, *2* et *3*). C'est un spectacle curieux que donne le champ microscopique, lorsqu'il contient, à fort grossissement, une cinquantaine de petites images identiques du paysage que l'on voit de la fenêtre. Ces images sont extrêmement pures et, fait remarquable, lorsque l'on appuie sur la face inférieure du porte-objet la pointe acérée d'une aiguille, on voit son image aussi nettement au point que celle d'une cheminée dans le lointain. La mouche n'a donc pas besoin d'accommoder, parce que le foyer si court de ses cornéules fait que la distance hyperfocale est très vite atteinte — on aurait pu le prévoir d'avance. Tout ce qui a été écrit sur le rôle de l'accommodation dans la vision des insectes est donc sans valeur.

En mesurant l'image d'un objet, dont on connaît la grandeur et la distance, on peut calculer la longueur focale, qui est de 51 μ pour une cornéule de 28 μ 6 et de 37 μ pour une cornéule de 20 μ 8. Une fenêtre de forme et de dimension appropriées, taillée dans un disque de carton adapté au miroir est l'objet le plus pratique. Les petites images lumineuses que l'on voit permettent de constater très bien la répartition régulière des axes optiques et les variations progressives des longueurs focales dans les files de cornéules.

La longueur focale étant connue, on détermine la position du centre optique en mesurant à la vis micrométrique l'épaisseur totale de l'ommatidie, depuis le foyer jusqu'au sommet de la face convexe de la cornéule, que l'on reconnaît aux petites impuretés qui y sont collées (ne pas oublier de multiplier le chiffre trouvé par 1,50, si l'on s'est servi d'un objectif à sec).

Dès lors, on a toutes les données nécessaires pour établir sur des bases solides l'optique géométrique de l'ommatidie.

L'image rétinienne d'ensemble est droite.

La multitude des petites images renversées que l'on voit au microscope n'est pas ce que voit la mouche. D'abord toutes ces images sont identiques, parce que les axes optiques redressés sont devenus parallèles. Si l'on suppose que la cornée a repris sa forme sphérique, les images vont reprendre leur diversité, mais alors elles empiéteront toutes les unes sur les autres et deviendront inutilisables.

Pour rendre à l'œil son fonctionnement normal, il faut supposer que la grille pigmentaire à orifices étroits et espacés, qui a été enlevée, est remise en place. Cette grille va découper les petites images, en ne laissant pour la vision qu'un point de chacune, tout le reste étant arrêté par le pigment. Ces points sélectionnés vont former les images lumineuses destinées à être captées par les photo-récepteurs rétiniens. Ils dessineront sur la *rétine totale*, c'est-à-dire sur *l'ensemble des rétinules*, une image *discontinue totale* des objets situés dans le champ visuel.

Mais on s'aperçoit aussitôt que cette image discontinue totale est *droite*, tandis que ses éléments constitutifs sont *renversés*. Il suffit de construire l'image d'une flèche pour s'assurer que, nécessairement, elle est droite et se déplace dans le même sens que l'objet. L'image *totale*, quoique formée par des points lumineux obtenus par *réfraction*, a donc les caractères d'une image formée par *réflexion* sur un miroir convexe. L'explication de ce phénomène est très simple; il dépend uniquement de la grille et est complètement indépendant des propriétés optiques des cornéules. Avec un carton percé de petits trous et recouvert d'un papier blanc transparent on peut reproduire cet effet en usant d'un dispositif approprié et en se plaçant dans l'obscurité; si la face du carton opposée à l'observateur est illuminée, un objet opaque, passant entre la lumière et le carton, fera apparaître une image noire sur le fond criblé de points lumineux; inversement, si c'est l'objet qui est éclairé, l'observateur verra une image discontinue droite, formée de points lumineux, qui passera sur le fond noir. Si, enfin, on place devant chaque trou de la grille une petite lentille convergente il n'y aura rien de changé, sauf qu'il apparaîtra des petites images *renversées* qui représenteront des détails de l'image totale, *restée droite*. Le tracé de l'image totale n'est, en réalité, que le tracé d'une ombre portée.

Remarquons que ce phénomène de discordance, entre l'image totale et celles de ses détails, ne présenterait pas grand inconvénient pour la vision, s'il n'y avait qu'un seul récepteur au fond de l'ommatidie, car ce récepteur unique ne pourrait transmettre que l'image d'un point sans détails et il importerait assez peu que cette image soit droite ou renversée. Mais il y a sept photo-récepteurs, donc l'image *partielle* transmise par la rétinule de l'ommatidie est détaillée et si, dans l'image *totale droite*, les images *partielles* étaient *renversées*, cette discordance constituerait un grave inconvénient. Donc l'hypothèse d'un redressement des images partielles, opéré par le jeu des connexions dans les ganglions optiques, s'impose nécessairement. On verra plus loin comment ce redressement se rattache à un processus complexe de transposition des images visuelles.

Si j'insiste sur le rôle joué par la grille pigmentaire dans la formation de l'image totale, c'est pour deux raisons. La première est que, dans un appareil aussi perfectionné que l'œil de la mouche, il est difficile de supposer qu'un défaut aussi grave que la discordance des images n'ait pas été corrigé, et c'est un argument en faveur de la possibilité d'un redressement, au cours de l'élaboration de l'image dans les ganglions optiques, où les connexions sont si compliquées qu'on ne peut pas espérer en saisir le mécanisme avec certitude. On m'accusera du crime de téléologie — peu importe, l'immense problème de l'évolution des Etres vivants, n'est pas encore résolu, pas plus que celui des rapports qui existent entre la Matière et l'Energie.

La seconde raison est que, sans avoir été précisément invoqué, le rôle, si simple, de la grille pigmentaire a pourtant influé sur les discussions qui se sont élevées au sujet de la « vision en mosaïque ». Exner a senti la nécessité d'une image totale droite et en cela il avait raison; mais pour expliquer sa formation, il a admis que le cône cristallin a le pouvoir d'empêcher les cornéules de faire leurs images qui, étant renversées, gêneraient la vision. Par conséquent, ce seraient de simples taches lumineuses qui iraient former, sur la *rétine totale*, une image *droite* des objets extérieurs — autant vaudrait doubler de verres dépolis les lentilles d'une lunette! Vigier s'élève avec raison contre cette théorie.

Toutes ces discussions, entre auteurs de grand mérite, viennent de ce que la vision des yeux composés repose sur deux principes qui sont en quelque sorte contradictoires entre eux : 1° *la réfraction par des appareils d'optique convergents*, qui permet à chaque *cornéule* de donner, pour son compte, une image partielle *renversée*, représentant un détail des objets extérieurs; 2° *la projection directe* sur la *rétine totale* d'une image *droite*, représentant la totalité des mêmes objets. Ces deux principes sont indépendants l'un de l'autre; le premier relève de l'optique géométrique, le second de la géométrie descriptive. Il résulte de cette association hétérogène, nécessitée par la structure de l'œil composé, que les images des détails et celle de l'ensemble sont discordantes et que, pour rétablir la concordance, il faut que les centres nerveux de l'œil redressent les images partielles renversées, ce qu'ils peuvent faire sans que l'image d'ensemble cesse d'être droite.

Ces difficultés n'existent pas pour les yeux simples des vertébrés, où il n'y a qu'un seul appareil d'optique, et c'est la raison pour laquelle, chez eux, les centres optiques ont une structure moins compliquée. La correction de l'image rétinienne renversée s'opère par le jeu de la suspension de Cardan, qui maintient l'œil dans l'orbite; cette combinaison nous permet de regarder la terre sans être obligés de lever les yeux au ciel.

Chez les vertébrés les mouvements des yeux sont donc adaptés aux nécessités qui résultent de la réfraction; chez les articulés c'est l'évolution structurale des ganglions optiques qui entraîne la disparition des discordances entre les effets de la réfraction et ceux de la simple projection.

Les photo-récepteurs des ommatidies et les axes optiques secondaires. Probabilité d'un effet stéréoscopique monoculaire.

Les ommatidies s'insèrent, par leur base rétrécie, sur des tiges longues et épaisses, les rhabdomes, comme des fleurs sur leurs pédoncules. Ces rhabdomes contiennent sept cellules nerveuses allongées, parallèles entre elles, qui s'étendent d'un bout à l'autre, en laissant au centre une étroite cavité linéaire. Cette cavité est tapissée par sept rubans, les rhabdomères, dont chacun appartient à l'une des cellules nerveuses. Comme l'a prouvé P. Vigier,

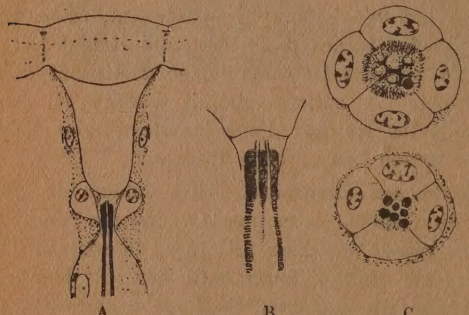

Fig. 2. — Extrémité distale d'une ommatidie de mouche. D'après P. Vigier (*C.-R. Ac. Sc.*, t. CXLV, 1907).

A, coupe longitudinale. — *B*, extrémité des rhabdomères à un plus fort grossissement. — *C*, coupes transversales de la même région; entre les 4 cellules cristallines, l'une des coupes montre le faisceau des 7 baguettes terminales colorées en noir; sur l'autre, passant au niveau des épines de la fig. B, on voit que celles-ci correspondent à la section de bandelettes interposées entre les extrémités des rhabdomères.

ces rhabdomères forment, par leur extrémité supérieure, les photo-récepteurs de l'ommatidie. Il y a toujours un rhabdomère qui va se loger au centre du rhabdome, sans pour cela abandonner la cellule à laquelle il appartient; de telle sorte que, sur les coupes transversales, on voit un rhabdomère central entouré des six autres, rangés en cercle. Tout cet ensemble constitue la rétinule de l'ommatidie. La région présente des difficultés techniques considérables, néanmoins, P. Vigier a su en donner une description très détaillée et très précise, qui a été entièrement confirmée par Cajal. Il a démontré clairement que les rhabdomères se renflent un peu à l'extrémité supérieure, puis émettent une mince tigelle. Les sept tigelles forment un petit faisceau rétréci, dont le diamètre mesure de 3 μ 5 à 4 μ 5. Ce faisceau s'engage dans un *iris pigmentaire*, qui n'est pas autre chose qu'un orifice percé dans le revêtement pigmentaire de la paroi de l'ommatidie; puis il s'arrête au contact du corps vitré en laissant découvertes les surfaces terminales de ses sept tigelles : ce sont les photo-récepteurs. La figure 2, empruntée à Vigier, fera comprendre tous ces détails. On y voit la striation transversale qui établit l'homologie de ces éléments avec les terminaisons des cônes et des bâtonnets, formées de disques empilés.

La tigelle centrale est évidemment sur le trajet de l'axe optique principal de l'ommatidie et son champ visuel est celui de l'ommatidie elle-même. Des six récepteurs, rangés tout autour, partent six axes optiques secondaires qui, du domaine de l'ommatidie d'où ils émanent, divergent pour passer chacun dans celui d'une ommatidie contiguë, où nous les retrouverons bientôt.

Il se forme donc, sur chaque rétinule sept images lumineuses, réduites à des points, qui proviennent du champ visuel de l'ommatidie d'origine, pour l'image centrale, et des six ommatidies contiguës, pour les images périphériques. Ces images réelles étant renversées, celle qui est à droite de l'image centrale provient de l'ommatidie contiguë de gauche, et inversement. P. Vigier s'est parfaitement rendu compte de ce fait et de ses conséquences pour la vision; pour interpréter cette disposition, il a émis des hypothèses que l'on peut formuler ainsi : 1° Il est nécessaire que l'ensemble des sept images d'une rétinule subisse une rotation de 180° pour redresser toutes les images visuelles et rapprocher les unes des autres celles qui sont isodynamiques, c'est-à-dire celles qui proviennent d'un même objet, vu séparément, et qui sont réparties dans 7 ommatidies contiguës; 2° les images isodynamiques doivent se fusionner ensemble, par un chassé-croisé qui aboutit à leur superposition, de telle sorte que les 7 images renversées, provenant d'un même objet, soient finalement, confondues en une seule, qui est droite (fig. 3 et 4). En conséquence, ces opérations doivent s'effectuer par le jeu des connexions dans les

ganglions optiques, où l'image visuelle est élaborée à l'aide des matériaux apportés par les images rétinulaires. On remarquera qu'il y a deux raisons distinctes de supposer une rotation d'un demi-tour.

Ces deux hypothèses sont parfaitement acceptables, car dans les trois ganglions annexés à l'œil, le periopticum, l'epiopticum et l'opticum, il y a des dispositifs très compliqués qui paraissent capables d'exécuter ce travail. Pour la première hypothèse, en particulier, Vigier affirme avoir suivi les détails de la rotation des fibres conductrices. Cajal dit à ce sujet que ses propres observations ne contredisent pas cette hypothèse et que certaines dispositions compliquées peuvent être invoquées en

Fig. 3. — Schéma de la répartition des *images lumineuses* sur les rétinules de 7 ommatidies contiguës.

Les chiffres, plus grands ou plus petits, marquent la place des images qui sont en rapport avec les axes optiques, principaux ou secondaires. Parmi les images secondaires des ommatidies périphériques, celles qui sont destinées à passer dans le domaine de l'ommatidie centrale ont seules été représentées.

sa faveur. On comprend la réserve de Cajal. En réalité, nous ne possédons aucune donnée objective sur les dispositifs des appareils destinés à redresser les images visuelles ou à les fusionner par superposition, ni sur la constitution énergétique de ces images; et la complication des trajets de fibres dans les ganglions est telle qu'il est bien difficile d'échapper aux illusions. A mon avis, la constatation bien établie des nécessités physiologiques qui ont provoqué ces hypothèses et de la possibilité matérielle de leur réalisation est encore le meilleur argument que l'on puisse donner en faveur de l'existence de dispositifs organiques capables de faire le nécessaire.

Mais on peut se demander à quoi servent ces fusions par superposition d'images visuelles isodynamiques. Exner, qui admet la superposition de taches lumineuses sur la rétine, et P. Vigier, qui considère comme nécessaire la fusion des images visuelles isodynamiques dans les ganglions optiques, semblent n'y voir que de simples renforcements de l'image. Il est certain que ces renforcements sont utiles, car l'intervention des axes secondaires multiplie par 7 la quantité de lumière employée à la fabrication des images, mais il y a autre chose. Nous savons l'effet que produit la superposition d'images mentales presque identiques dans la vision binoculaire : c'est la perception du relief. Rien ne prouve que la superposition d'images isodynamiques, en voie d'élaboration dans les ganglions optiques, ne puisse pas produire

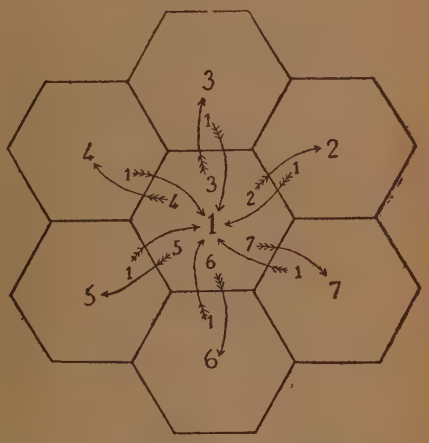

Fig. 4. — Schéma des évolutions des images rétinulaires au cours de leur transformation en *images visuelles*, dans les ganglions optiques.

La rotation d'un demi-tour de l'ensemble des images de chaque ommatidie a redressé toutes les images et a rapproché entre elles celles qui sont *isodynamiques* : comparer la position des images secondaires 1 dans les fig. 3 et 4. Les flèches indiquent les glissements qui vont alors s'effectuer. Le résultat sera la superposition de toutes les images isodynamiques — qui viennent d'un même objet, vu séparément, mais sont prises de 7 côtés différents — et leur fusion en une image visuelle, à la fois unique et complexe, ce qui suggère l'hypothèse d'une vision stéréoscopique monoculaire et heptommatidienne.

le même effet stéréoscopique. Or l'avantage qui en résulterait pour la vision serait considérable — d'autant plus que les images superposées de l'objet seraient prises non pas de deux, mais de sept points différents. Ce serait une stéréoscopie *monoculaire* et *heptommatidienne*.

La démonstration objective ne peut pas être donnée; tout ce que l'on peut faire, c'est de prouver que la chose est possible matériellement, car jusqu'ici on a bien parlé des sept images, mais on n'a pas déterminé géométriquement la marche des rayons lumineux qui les forment et

l'on ne sait pas si, effectivement, un objet peut faire ses sept images aux endroits qu'il faut, sans que des images étrangères puissent apporter une cause de confusion.

Il y a devant la cornée de la mouche bleue, qui mesure 3 mm², un réseau de 40.000 voies d'accès que la lumière doit nécessairement suivre pour atteindre les récepteurs rétiniens. Comment est fait ce réseau et quelles sont les possibilités qui résultent de sa texture ? c'est ce qu'il faut étudier avant de conclure.

Le réseau des axes optiques principaux et secondaires des cornéules de la mouche.

Le calcul montre qu'un axe optique secondaire aboutissant à un photo-récepteur rétinulaire périphérique, c'est-à-dire à 2 μ du centre de la rétinule d'une ommatidie de 28 μ 6, dont la longueur focale est de 51 μ, fait avec l'axe optique principal de cette ommatidie un angle de 135'. Suivi en sens inverse de sa direction, il coupe l'axe optique de l'ommatidie contiguë à 2 mm 40 du centre optique. Comme les deux axes optiques principaux d'ommatidies contiguës font entre eux un angle de 94', l'axe optique secondaire de l'une fait, avec l'axe optique principal de l'autre, un angle de 41'. Il résulte de là que cet axe optique secondaire ne peut pas quitter le secteur de l'ommatidie contiguë à celle à laquelle il appartient, ce qui supprime toute cause de confusion dans la réception des images.

Donc un objet fait simultanément son image dans plusieurs ommatidies, comme l'a dit Exner, *mais c'est seulement dans un groupe de sept ommatidies contiguës, dont une centrale, que ces images multiples peuvent atteindre des photo-récepteurs.* C'est exactement la disposition qui était nécessaire pour donner à l'hypothèse du retournement de l'image, faite par P. Vigier, et à celle d'un effet stéréoscopique, que je propose, l'appui d'une base morphologique solide[1].

L'acuité visuelle de la mouche comparée à celle de l'homme.

Si l'on se figure une rétine totale de mouche débarrassée des cloisons des ommatidies, les rétinules apparaîtront comme des territoires minuscules, espacés de 20 à 30 μ, d'où partent des touffes de sept axes optiques; mais comme, en définitive, il n'y a que l'image donnée par l'axe principal qui garde son individualité, on peut faire abstraction des six axes secondaires. Le secteur déterminé par la topographie de l'œil est donc, en réalité, le champ visuel de l'ommatidie et on peut le prendre comme base dans le calcul de l'acuité visuelle.

Nous considérerons seulement les régions à petites cornéules, qui sont celles où le pouvoir séparateur est le plus grand. Les secteurs de ces régions ont un angle visuel de 68'; on pourrait en conclure que l'acuité visuelle chez la mouche est 68 fois plus faible que celle de l'homme, dont le pouvoir séparateur est déterminé par un angle de 1'; mais cela ne serait pas équitable, car il faut prendre en considération l'ordre de grandeur de l'espace dans lequel ces deux êtres manifestent leur activité.

Or, lorsqu'une mouche regarde un morceau de sucre à 4 mm. de distance, l'objet qu'elle peut voir séparément mesure environ 79 μ, tandis que l'homme qui lit son journal à 30 cm. ne peut voir séparément qu'un objet de 87 μ. L'avantage est donc pour la mouche. Par contre, à 1 mètre de distance, l'homme voit encore séparément un objet de 290 μ, mais pour la mouche il faut que l'objet atteigne 2 centimètres.

La mouche voit donc très bien, de près, les objets qui l'intéressent; de loin, elle ne peut distinguer que les grandes masses et leur éclairement : c'est tout ce qu'il lui faut. Son comportement prouve qu'elle connaît parfaitement l'espace et les objets qu'il contient; elle est habile à éviter les dangers; elle a exactement la vision qui lui convient.

Professeur J. Nageotte.

1. Il est à remarquer que le nombre de sept photo-récepteurs par ommatidie ne peut être rigoureusement exact que dans les régions où les cornéules sont plus ou moins régulièrement hexagonales; mais il existe, chez toutes les mouches, au centre de la cornée, une région où elles sont exactement carrées. Quel est l'aménagement des récepteurs dans ce territoire et dans les territoires de transition? Nous ne le savons pas. Il est probable qu'en éclairant par auto-collimation le fond des ommatidies à l'état frais on pourrait élucider ce point plus facilement que par des coupes histologiques; je n'ai pas pu faire cette recherche.

BIBLIOGRAPHIE DES TRAVAUX CITÉS

EXNER. — Die Physiologie der facettirten Augen. Leipzig u. Wien 1891.

S. RAMON Y CAJAL. — Nota sobre la estructura de la retina de la mosca. *Trabajos*, t. VII, 1909.

— Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. Traduction L. Azoulay. Paris 1911.

S. RAMON Y CAJAL et SANCHEZ. — Contribucion al conociamento de los centros nerviosos de los insectos. *Trabajos*, t. XIII, 1915.

P. VIGIER. — Sur les terminaisons photo-réceptrices dans les yeux composés des Muscidés. *C.-R. Ac. Sc.*, t. CXLV, 1907.

— Sur la réception de l'excitant lumineux dans les yeux composés des insectes, et en particulier des muscidés. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLV, 1907.

— Mécanisme de la synthèse des impressions lumineuses recueillies par les yeux composés des muscidés. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLVIII, 1909.

LE PRINCIPE DE LA CONSERVATION DE L'ÉLECTRICITÉ

Introduction.

Les progrès des sciences physiques au cours du XIXe siècle ont été dominés par deux principes fondamentaux : le principe de la conservation de la masse et celui de la conservation de l'énergie. D'après le premier, énoncé par Lavoisier, la masse d'un système isolé demeure invariable, quelles que soient les transformations physiques ou chimiques dont il est le siège. D'après le second, dont la signification profonde n'a été pleinement dégagée qu'après les travaux de Robert Mayer, de Joule et de Helmholtz, l'énergie totale d'un système isolé demeure invariable; toute transformation qui, se produisant à l'intérieur du système, entraîne la disparition d'une certaine forme d'énergie, s'accompagne de l'apparition en quantité équivalente d'une ou de plusieurs autres formes d'énergie.

D'ailleurs, ainsi que l'avait souligné le regretté Emile Meyerson dans ses importantes études épistémologiques, l'esprit humain s'est toujours efforcé, dans l'édification de la Science, de dégager ce qui demeure constant sous le flot mouvant des apparences. Descartes avait déjà énoncé, sous une forme à la vérité imparfaite, le principe de la conservation du mouvement que Leibnitz devait formuler d'une manière plus heureuse par la substitution de la notion de force vive à celle de quantité de mouvement envisagée par Descartes. Peu après, Galilée, à la suite de recherches mémorables, fut amené à énoncer le principe de la conservation de la vitesse pour un corps soustrait à toute action extérieure, qui, sous le nom de principe de l'inertie, est à la base de la mécanique et de la physique.

Nous voudrions, dans cet article, appeler l'attention sur un principe de conservation analogue relatif à l'électricité, dont les progrès les plus récents de la physique tendent de plus en plus à souligner l'importance et ont mis en valeur l'absolue généralité.

Enoncé du principe de la conservation de l'électricité.

La conservation de l'électricité a été admise, dès la création de la science électrique, comme une conséquence de l'hypothèse qui consistait à assimiler l'électricité à un fluide. Des expériences de vérification ne parurent nécessaires qu'à partir du jour où la loi de la conservation de la chaleur, rattachée à l'hypothèse d'un « fluide calorique », ayant été reconnue fausse, le scepticisme se manifesta à l'égard de tous les fluides et notamment du fluide électrique.

Ces expériences furent possibles après que les recherches de Coulomb sur les actions mécaniques s'exerçant entre corps électrisés eurent fourni le moyen de définir avec précision la quantité d'électricité ou charge électrique dont la mesure s'effectue simplement au moyen d'un cylindre de Faraday en relation avec un électroscope.

De nombreuses expériences permirent alors de constater que, dans tous les phénomènes soumis aux mesures, les électricités des deux signes apparaissent ou disparaissent en quantités équivalentes. Nous nous contenterons de rappeler ici quelques-unes de ces expériences choisies parmi les plus caractéristiques.

1° Dans un cylindre de Faraday en relation avec un électroscope, disposons un manchon de laine à l'intérieur duquel peut pénétrer un bâton d'ébonite. La laine et l'ébonite étant à l'état neutre, les feuilles de l'électroscope sont au repos. Il en est encore ainsi lorsque, après avoir frotté l'ébonite contre le manchon de laine, on introduit l'ensemble constitué par l'ébonite et le manchon à l'intérieur du cylindre. En séparant l'ébonite de son manchon, on peut reconnaître qu'ils sont électrisés, l'un négativement, l'autre positivement. L'absence de toute déviation lorsque le bâton d'ébonite et le manchon de laine sont présents simultanément dans le cylindre établit que la quantité d'électricité négative portée par le bâton d'ébonite est neutralisée par une quantité équivalente d'électricité positive fixée sur le manchon de laine.

2° Coulomb avait constaté au moyen de sa balance de torsion qu'en mettant une sphère métallique électrisée A en contact avec une sphère identique B à l'état neutre, les deux sphères possèdent après le contact une même charge égale à la moitié de la charge primitive de A. Plus généralement, si on introduit dans le cylindre de Faraday un certain nombre de corps isolés, électrisés ou non, on ne modifie pas la déviation des feuilles de l'électroscope en mettant les divers corps en contact.

3° Si l'on dispose dans le cylindre de Faraday un conducteur électrisé A, on constate que la divergence des feuilles de l'électroscope n'est pas modifiée par l'introduction d'un second conducteur isolé B à l'état neutre, bien que celui-ci s'électrise par influence en présence du conducteur A : il en résulte que les quantités d'électricité développées

par influence sur le conducteur B sont égales et de signes contraires.

Généralisant les résultats de ces observations et d'un grand nombre d'autres, Gabriel Lippmann[1] a été amené à l'énoncé suivant, connu sous le nom de principe de la conservation de l'électricité. « Si l'on considère un phénomène quelconque dans son ensemble, écrivait-il, on observe que la distribution de l'électricité peut changer, mais que la somme des quantités d'électricité libre ne varie jamais. Si la charge électrique éprouve une variation positive en certains points, elle éprouve, en d'autres points, une variation négative, et la somme algébrique de toutes les variations de charge simultanée est toujours nulle ». Plus simplement, on pourra dire : « La somme algébrique des quantités d'électricité que contient un système isolé reste la même quels que soient les phénomènes physiques, chimiques ou mécaniques qui se produisent dans le système ».

Traduction analytique du principe de la conservation de l'électricité.

Lippmann a traduit analytiquement le principe de la conservation de l'électricité en remarquant que, si un système décrit un cycle fermé de transformations au bout desquelles l'état final est identique à l'état initial, la somme algébrique des quantités d'électricité reçues par le système est nulle. En désignant par dm la variation infiniment petite de charge éprouvée par le système lorsque son état varie infiniment peu, on devra avoir $\int dm = 0$ pour tout cycle fermé décrit par le système. La condition précédente implique que dm soit une différentielle exacte. Désignons par x et y deux variables indépendantes desquelles dépende la quantité d'électricité que reçoit un corps; x peut être, par exemple, le potentiel qu'acquiert ce corps et y sa capacité, ou bien une longueur, une pression, une température, etc... dont cette capacité soit une fonction. La quantité dm d'électricité reçue par le corps lorsque x varie de dx et y de dy peut toujours être traduite par une expression de la forme :

$$dm = X\,dx + Y\,dy \qquad (1)$$

X et Y désignant des fonctions de x et y que l'analyse du phénomène envisagé permet d'établir. La condition pour que l'expression (1) soit une différentielle exacte est :

$$\frac{\delta X}{\delta y} = \frac{\delta Y}{\delta x}. \qquad (2)$$

Lippmann a indiqué sur divers exemples l'usage que l'on pouvait faire de l'équation (2). « La marche à suivre, écrit-il, est toujours la même dans chaque cas; il faut chaque fois désigner les variables indépendantes qui déterminent le phénomène que l'on considère et les introduire dans l'équation (2). On exprime ainsi le principe de la conservation de l'électricité. En outre, pour compléter l'analyse, il convient d'avoir recours au principe de l'équivalence et de l'exprimer également par une équation. On arrive ainsi à un système de deux équations qui sont distinctes et compatibles ».

En réalité, lorsqu'on écrit que la charge électrique acquise par un conducteur est de la forme :

$$m = Cx \qquad (3)$$

où x désigne le potentiel et c la capacité celle-ci étant uniquement fonction des variables qui définissent l'état physique du conducteur envisagé, on exprime par cela même que dm doit être une différentielle exacte où interviennent dx et les différentielles des autres variables dont dépend la capacité du conducteur[1]. En adoptant pour m l'expression (3), il devient inutile de remplacer dm dans les relations où il intervient par son expression tirée de (1), et la condition (2) ne fournit aucune relation nouvelle sur le phénomène étudié. C'est ce qui résulte de l'examen auquel nous nous sommes livré des divers exemples envisagés par Lippmann à l'appui des considérations déduites du principe de la conservation de l'électricité.

Dans le cas d'un phénomène susceptible de se produire à température invariable, il suffit d'envisager une modification élémentaire du système qui soit à la fois isotherme et réversible, et d'écrire que la variation d'énergie libre dF du système au cours de cette transformation élémentaire est une différentielle exacte.

Supposons que deux variations seulement d'énergie interviennent dans le système : l'une d'origine électrique s'exprimant par $m\,dx$, l'autre d'origine mécanique de la forme $p\,dy$. On aura ainsi :

$$d\mathrm{F} = m\,dx + p\,dy. \qquad (4)$$

dF sera une différentielle exacte si l'on a :

$$\frac{\delta m}{\delta y} = \frac{\delta p}{\delta x} \qquad (5)$$

c'est-à-dire, en tenant compte de la relation (3) :

$$x\frac{\delta C}{\delta y} = \frac{\delta p}{\delta x} \qquad (6)$$

expression qui traduit une relation entre : 1° la

1. G. Lippmann. *C. R.* T. 92, p. 1049 et 1149; 1881. *Journal de Physique* T. 10, p. 381; 1881.

1. Il en est de même dans le cas le plus général de p conducteurs en présence lorsqu'on écrit que la charge de chaque conducteur est une fonction linéaire des potentiels $x_1, x_2, \ldots x_p$ des divers conducteurs en présence, de la forme :

$$m = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_p x_p$$

les coefficients $c_1, c_2, \ldots c_p$ étant uniquement fonction de variables définissant l'état physique des conducteurs envisagés.

variation de la capacité c du système en fonction de la variable y; 2° la variation de la grandeur mécanique p en fonction du potentiel x du système. La relation (6) fournit tous les renseignements obtenus par Lippmann en combinant la relation (2) et la relation (5) traduisant ce qu'il appelait la conservation de l'énergie.

A titre d'exemple, envisageons l'application que Lippmann avait faite du principe de la conservation de l'électricité au pouvoir diélectrique des gaz. Considérons un condensateur plan constitué par deux armatures fixes disposées dans une enceinte où l'on puisse faire varier la pression de manière à modifier la pression du gaz compris entre les deux armatures, qui joue le rôle de diélectrique; l'une des armatures A est en relation avec l'un des pôles d'un générateur électrique de potentiel x, l'autre armature étant au sol. A température invariable, considérons une transformation élémentaire au cours de laquelle la charge du condensateur varie de dm et le volume de dv. Cette transformation entraîne une variation de l'énergie libre du condensateur donnée par :

$$(7) \qquad dF = -p\,dv + x\,dm$$

qui doit être une différentielle exacte, ce qui fournit la condition :

$$(8) \qquad \frac{\delta x}{\delta v} = \frac{\delta p}{\delta m}$$

c'est-à-dire :

$$(9) \qquad \frac{\delta v}{\delta x} = -\frac{\delta m}{\delta p}.$$

Désignant par C la capacité du condensateur lorsque le gaz utilisé comme diélectrique se trouve sous la pression p, on a :

$$(10) \qquad \frac{\delta v}{\delta x} = -x\frac{\delta C}{\delta p}.$$

Il résulte d'une expérience de Boltzmann que la capacité d'un condensateur varie linéairement en fonction de la pression, c'est-à-dire que l'on a :

$$\frac{\delta C}{\delta p} = C_0\gamma.$$

L'expression (10) s'écrit alors :

$$(11) \qquad \frac{\delta v}{\delta x} = -C_0\gamma x.$$

Cette relation montre qu'il se produit une contraction de volume lors de l'électrisation et permet d'obtenir l'expression de cette contraction. Lorsque le potentiel varie de O à x, la contraction relative qui se produit dans le gaz a pour expression :

$$\Delta v = C_0\gamma\frac{x^2}{2}.$$

On a introduit implicitement le principe de la conservation de l'électricité en posant $m = Cx$ [1].

1 On trouvera une analyse des divers exemples envisagés par Lippmann dans notre étude intitulée *Quelques remarques sur les applications physiques du principe de la conservation de l'électricité* (A. Boutaric, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 300, février 1937).

Signification des principes de la conservation de la masse et de l'énergie dans la physique actuelle.

Lippmann, désireux d'insister sur les rapprochements qui s'imposaient dans son esprit entre le principe de la conservation de l'électricité et les principes de conservation déjà connus, avait fait précéder l'énoncé de la loi qu'il formulait de la remarque liminaire suivante : « la quantité de matière et la quantité d'énergie ne sont pas les seules grandeurs qui demeurent invariables; la quantité d'électricité jouit de la même propriété ».

Or, les progrès de la physique moderne, et notamment les théories de la relativité, ont amené les physiciens contemporains à apporter d'importantes restrictions au principe de la conservation de la masse et à celui de la conservation de l'énergie, jusqu'alors regardés comme d'une rigueur absolue.

Ainsi, il résulte tout d'abord des théories de la relativité que la masse d'un projectile croît avec la vitesse dont il est animé et deviendrait infinie si cette vitesse atteignait celle de la lumière. En désignant par m_0 la masse qu'aurait le projectile pour un observateur par rapport à qui il est au repos, la valeur m de la masse qu'il prend pour un observateur par rapport à qui il est animé d'une vitesse v est donnée par la relation :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

où c désigne la vitesse de la lumière dans le vide, relation qui a fait l'objet de vérifications précises dans le cas des électrons animés de grandes vitesses (Ch. Eug. Guye).

Une autre conséquence des théories relativistes concernant l'inertie de l'énergie, dont l'importance est essentielle en physique atomique, établit que tout accroissement d'énergie d'un système entraîne un accroissement de sa masse et inversement, les variations Δm de masse et ΔE d'énergie étant liées entre elles par la formule :

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2},$$

c désignant la vitesse de la lumière dans le vide égale à 3.10^{10} cm. par seconde. D'après cette conséquence des théories de la relativité, toute réaction chimique accomplie avec dégagement de chaleur devrait s'accompagner d'une diminution de la masse totale des corps, en contradiction avec la loi célèbre de Lavoisier. D'autre part, dans le calcul de l'énergie totale d'un système isolé doit intervenir un terme correspondant à sa masse, contrairement aux anciennes conceptions qui fai-

saient de la masse et de l'énergie des grandeurs absolument indépendantes.

Si les transformations réciproques de la masse et de l'énergie qu'implique la relation précédente échappent pour le moment à nos méthodes directes d'investigation pour les systèmes à notre échelle, il ne semble pas douteux qu'elles interviennent dans un certain nombre de processus atomiques et cosmiques dont l'interprétation paraîtrait sans cela bien difficile. Elles permettent notamment de rendre compte des variations de masse qui se produisent lors des désintégrations, des condensations ou des transmutations atomiques, ces variations de masse étant équivalentes aux variations correspondantes d'énergie des corpuscules réagissants. Autrement dit, au lieu d'écrire qu'il y a égalité entre la somme des masses matérielles des constituants intervenant sous forme de corpuscules ou d'atomes dans une transformation, on écrit qu'il y a égalité entre : 1° la somme des masses matérielles m et de la masse w/c^2 équivalente à l'énergie totale w transportée par les atomes ou les corpuscules qui disparaissent; 2° la somme des masses matérielles m' et de la masse w'/c^2 équivalente à l'énergie totale w' transportée par les atomes ou les corpuscules qui apparaissent. La production simultanée d'un électron positif ou positon et d'un électron négatif ou négaton à partir d'une énergie rayonnante de grande fréquence et la production inverse d'énergie rayonnante par la disparition simultanée d'un électron positif et d'un électron négatif constituent de magnifiques vérifications des transformations réciproques de la masse et de l'énergie. Enfin, la production d'énergie rayonnante par diminution de la masse est la seule cause plausible qu'on puisse invoquer pour expliquer la formidable durée du rayonnement solaire et plus généralement des rayonnements stellaires.

Portée générale du principe de la conservation de l'électricité.

Tandis que le principe de la conservation de la masse et le principe de la conservation de l'énergie ne s'appliquent pas individuellement aux transformations d'ordre intra-atomique, le principe de la conservation de l'électricité reste valable pour les diverses transformations relatives aux atomes et à leurs constituants.

Rappelons tout d'abord que, dans les théories actuelles de la matière, tout atome est considéré comme un système complexe constitué par un noyau central électrisé positivement et de très petites dimensions autour duquel gravitent des électrons satellites dont la charge négative totale compense la charge positive du noyau, de manière à faire de l'atome un ensemble électriquement neutre. Le nombre Z des électrons satellites, appelé nombre atomique ou nombre électronique, est égal au numéro d'ordre de la place qu'occupe l'élément envisagé dans la classification de Mendeléieff où les éléments sont rangés dans l'ordre des masses atomiques croissantes. Si l'on désigne par e la valeur absolue de la charge de l'électron, le noyau possède par suite une charge positive égale à Ze. Ce noyau apparaît comme formé par la juxtaposition de protons et de neutrons, le nombre des protons nucléaires étant égal au nombre des électrons planétaires, et le nombre total des protons et des neutrons représentant un nombre entier appelé nombre de masse dont la valeur est très voisine de la masse atomique.

Si l'on passe en revue les diverses transformations susceptibles de se produire entre atomes ou à l'intérieur même des édifices atomiques, on s'aperçoit que chaque transformation satisfait au principe de la conservation de l'électricité, c'est-à-dire qu'elle comporte la production ou la disparition de quantités équivalentes d'électricité positive et d'électricité négative.

1. *Phénomènes d'ionisation.* — Les phénomènes d'ionisation résultent en définitive d'un échange d'électrons négatifs entre atomes ou molécules. Ainsi, dans les solutions électrolytiques, un certain nombre d'électrons périphériques sont perdus par les atomes de métal ou d'hydrogène, qui acquièrent une charge positive en fournissant les cathions, tandis que les électrons perdus se fixent sur les atomes ou les groupements d'atomes constituant le radical auquel ils communiquent leur charge négative pour former l'anion. Dans l'ionisation des gaz, qui se produit sous diverses influences et notamment sous l'action de rayonnements de courte longueur d'onde (rayons ultraviolets, rayons X ou rayons γ) ou par bombardement du gaz au moyen de projectiles électrisés rapides (électrons ou ions des deux signes), les atomes d'un certain nombre de molécules perdent un ou plusieurs électrons satellites en sorte que les molécules auxquelles appartiennent les atomes ainsi perturbés deviennent des ions positifs; après une courte vie libre, les électrons expulsés se fixent soit sur des ions positifs qu'ils neutralisent, soit sur des molécules neutres auxquelles ils communiquent leur charge négative en les transformant en ions négatifs. Dans tous les cas, qu'il s'agisse de production ou de recombinaison d'ions, les transformations individuelles se ramènent à des échanges d'électrons satellites entre atomes, la charge totale des atomes demeurant invariable

et le principe de la conservation de l'électricité s'appliquant à chaque processus élémentaire. Il en est de même dans le cas des réactions chimiques proprement dites qui, dans les conceptions actuelles de la chimie, peuvent se ramener à des échanges d'électrons périphériques entre les atomes réagissants.

2. *Transmutations et désintégrations atomiques.* — Dans toutes les équations traduisant les désintégrations ou les transmutations atomiques, on écrit que la somme des nombres électroniques (ou atomiques) ne varie pas au cours de la transformation. Considérons par exemple la désintégration avec émission de protons que subissent un certain nombre d'atomes légers sous l'influence d'un bombardement au moyen de particules α (Rutherford). L'analyse du phénomène a amené à penser que la particule α s'agglutine tout d'abord au noyau qu'elle rencontre pour former un noyau peu stable qui explose ultérieurement en expulsant un proton. La particule α ou hélion, qui n'est autre que le noyau de l'atome d'hélium, est caractérisée par un nombre massique égal à 2. Dans le cas de l'azote, l'équation de la transformation s'écrira, en indiquant à la manière habituelle les nombres électroniques en indice et les nombres massiques en exposant :

$$ {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{14}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}. $$

L'atome d'azote donne ainsi naissance à un atome de l'isotope de l'oxygène de nombre massique égal à 17. L'égalité de la somme des nombres massiques indiqués en exposant dans les deux membres traduit le principe de la conservation de la masse; en réalité, ainsi que nous l'avons fait remarquer antérieurement, ce principe n'est vérifié qu'approximativement, les masses des atomes n'étant qu'approximativement égales aux nombres massiques, et l'égalité de la somme des masses des atomes dans les deux membres n'étant elle-même qu'approximative, à cause des variations de masse que peut entraîner, en vertu de l'inertie de l'énergie, la quantité d'énergie mise en jeu dans la transformation. L'égalité de la somme des nombres électroniques indiqués en indice dans les deux membres exprime que la somme des charges électriques nucléaires des constituants qui interviennent dans les deux membres est la même, c'est-à-dire que la charge positive totale des noyaux des atomes ne se modifie pas au cours de la transformation. Elle montre que le principe de la conservation de l'électricité s'applique aux transformations dont les noyaux sont le siège et s'applique, non approximativement comme le principe de la conservation de la masse, mais rigoureusement.

Une remarque analogue peut être faite à propos de toutes les transmutations atomiques de types si divers qui ont été étudiées dans ces dernières années, susceptibles de se produire soit sous l'influence de protons rapides (Bothe et Becker), de deutérons (Lawrence) et de neutrons (Fermi). Ainsi, l'équation de la transmutation que provoque le bombardement d'atomes de lithium par des protons s'écrira :

$$ {}^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{7}_{3}\mathrm{Li} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}. $$

Dans une transmutation provoquée par les neutrons dont la charge électrique est nulle, celle du fluor par exemple, qui donne naissance à une variété d'azote radioactive, l'équation s'écrira :

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{19}_{9}\mathrm{F} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{16}_{7}\mathrm{N}. $$

Dans ces deux exemples, la vérification du principe de la conservation de la masse par l'égalité de la somme des nombres massiques portés en exposant dans les deux membres n'est qu'approchée, par suite de l'énergie mise en jeu dans la transmutation, tandis que l'égalité de la somme des nombres électroniques indiqués en indice, exprimant que la somme des charges nucléaires des constituants reste la même dans les deux membres, se présente comme absolument rigoureuse.

Ces divers exemples montrent que le principe de la conservation de l'électricité s'applique aux réactions entre noyaux atomiques, la somme des charges relatives à ces noyaux ne se modifiant pas au cours de la transformation.

L'intervention d'électrons lourds (mésotons ou mésons) des deux signes, ayant même charge électrique que les électrons ordinaires mais une masse environ 200 fois plus grande, qui semble se manifester dans un certain nombre de processus, n'est pas davantage en opposition avec la conservation de l'électricité. C'est ce qui apparaît dans les transformations réciproques des protons et des neutrons lorsqu'on admet que la transformation d'un neutron en proton s'accompagne de l'émission d'un mésoton négatif, tandis que la transformation d'un proton en neutron s'accompagnerait de l'émission d'un mésoton positif.

3. *Désintégration radioactive.* — Dans les transformations spontanées des atomes radioactifs, les lois du déplacement radioactif s'interprètent encore simplement par application du principe de la conservation de l'électricité. D'après ces lois :

a) Quand un atome se transforme en émettant une particule α, l'élément qui en résulte, dont le nombre massique est de 4 unités inférieur à celui de la substance mère, est reculé par rapport à celle-ci de deux places dans la classification périodique. En effet, la particule α émise possède une charge positive équivalente à celle de deux élec-

trons, en sorte que le noyau de l'atome qui prend naissance a une charge positive inférieure de la même quantité à celle de l'atome initial et, par suite, un nombre électronique inférieur de deux unités au nombre électronique de l'élément générateur.

b) Quand un atome se désintègre en émettant une particule β négative, l'élément qui en résulte a le même nombre massique que l'élément générateur et il est avancé par rapport à celui-ci d'une place dans la classification périodique. En effet, la particule β émise possédant une charge négative égale à celle de l'électron, son expulsion a pour effet d'accroître la charge positive du noyau d'une quantité équivalente à la charge de l'électron, en sorte que le noyau de l'atome qui prend naissance a une charge positive supérieure de la même quantité à celle du noyau de l'atome initial et, par suite, un nombre électronique supérieur d'une unité au nombre électronique de l'élément générateur.

c) Dans la radioactivité dite positogène que présentent certains éléments radioactifs artificiels, l'atome expulse de son noyau un électron positif ou positon; dans ces conditions, l'élément qui prend naissance possède un nombre électronique inférieur d'une unité à celui de l'élément générateur et sa place dans la classification périodique est reculée d'une unité.

4. *Expériences de matérialisation et de dématérialisation.* — Dans les expériences de matérialisation de l'énergie rayonnante, on constate qu'un photon d'énergie supérieure à 10^6 électrons-volts peut, dans des conditions convenables, disparaître en donnant naissance à un électron positif et à un électron négatif dont les charges électriques sont égales et de signes contraires (création de paires). Inversement, au cours de l'absorption d'électrons positifs par la matière, qui s'accompagne d'une émission de photons, on a des raisons de penser que la disparition d'un électron positif s'effectue au cours d'une rencontre avec un électron négatif libre ou peu lié, les deux électrons disparaissant simultanément avec production de deux photons de 500.000 électrons-volts chacun (destruction de paires).

Dans ces deux groupes d'expériences, il y a soit production simultanée d'un positon et d'un négaton aux dépens de l'énergie rayonnante, soit recombinaison d'un négaton et d'un positon avec production d'une égale quantité d'énergie rayonnante, et l'on voit que la quantité totale d'électricité ne varie pas au cours de l'un ou de l'autre de ces processus.

Conclusion.

Si, conformément à certains résultats expérimentaux, il est permis de considérer le proton comme dû à l'union d'un positon et d'un neutron, on pourra caractériser d'une manière très systématique les divers phénomènes précédents, en disant que, du point de vue purement électrique : les phénomènes d'ionisation et les réactions chimiques proprement dites mettent en jeu des échanges d'électrons planétaires; que les phénomènes de désintégration et de transmutation atomiques se traduisent par des échanges de positons entre noyaux atomiques; que les phénomènes de radioactivité font intervenir des expulsions de positons ou de négatons par ces noyaux atomiques et enfin que des phénomènes de matérialisation ou de dématérialisation résultent de la production ou de la destruction simultanée d'un positon et d'un négaton. Dans tous ces cas, la constance de la charge électrique totale, postulée par le principe de la conservation de l'électricité, est absolument rigoureuse et ne résulte pas d'un effet d'ordre statistique, mais se vérifie pour chaque processus élémentaire.

On pourrait énoncer le principe de la conservation de l'électricité de la manière suivante : *Toute transformation mécanique, physique ou chimique d'un système isolé laisse invariable la quantité d'électricité qu'il renferme. Aucun processus ne permet de produire une charge électrique élémentaire sans donner naissance en même temps à une charge égale et de signe contraire.*

La dernière partie de cet énoncé suggère une comparaison entre l'électricité et le magnétisme où il est impossible de créer un pôle Nord sans provoquer l'apparition d'un pôle Sud équivalent, avec cette différence toutefois que les pôles magnétiques de noms contraires qui prennent naissance ou disparaissent dans les phénomènes d'aimantation sont liés rigidement entre eux en formant toujours un dipôle, tandis que les charges électriques de signe opposé peuvent être séparées et libres.

Sous la forme que nous lui avons donnée, le principe de la conservation de l'électricité semble pouvoir être regardé comme l'un des principes les plus généraux de la physique, s'appliquant à toutes les transformations inter ou intra-atomiques sans qu'il soit besoin de faire jamais intervenir de correction, ni de compensation d'aucune sorte.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

ESSAI D'UNE MONOGRAPHIE CLIMATIQUE ELEMENTAIRE D'UNE COMMUNE DU DEPARTEMENT DE LA LOIRE

Les lignes qui vont suivre n'ont pas pour but spécial de donner une importance quelconque aux particularités climatiques de la petite bourgade dont il est question dans cette note. Notre intention est surtout de montrer l'intérêt qui s'attache à poursuivre des études semblables dans diverses régions, à en montrer la facilité de réalisation ainsi que la possibilité d'en tirer des conclusions d'un ordre général aussi bien d'un point de vue météorologique que d'un point de vue démographique et même didactique.

La Commune dont nous présentons cet essai de monographie climatique, d'ailleurs élémentaire, est la commune de Fraisses située dans l'arrondissement de Saint-Etienne en bordure des départements de la Loire et de la Haute-Loire.

La surface du territoire de cette commune est de 463 hectares avec une densité moyenne de population voisine de 718 habitants au kilomètre carré, alors que celle du département de la Loire dans son ensemble est de 136 habitants, c'est-à-dire, cinq fois moindre.

Cette différence de densité est due à la présence, sur la Commune d'une importante usine métallurgique (les Etablissements Holtzer) dont une partie du personnel habite la Commune.

L'usine et la commune étant à la limite occidentale du Bassin de la Loire, la contrée a conservé son caractère champêtre et agricole et les habitants, tout en participant à l'activité d'une cité industrielle, continuent à jouir des bienfaits d'une vie rurale et de plein air.

Le point où les observations ont été faites est à une altitude de 450 mètres et a pour coordonnées géographiques 45° 24' en latitude et 1° 56' E en longitude.

Des plateaux de 700 à plus de 800 m. d'altitude dominent la commune de plusieurs centaines de mètres en lui constituant une sorte d'enceinte dont la forme et l'orientation générales ne sont pas sans exercer une influence appréciable sur ses caractéristiques climatiques.

En bordure des régions dites à climat « Rhodanien » relativement doux et à climat du « Plateau Central » plutôt rude, cette commune est soumise à des influences diverses et même opposées tant en ce qui concerne les vents, les pluies que les températures.

Par vent du Sud remontant la vallée du Rhône, nous pouvons avoir, suivant les saisons, des températures particulièrement chaudes auxquelles, par une saute de vent, succède brusquement une température sensiblement plus basse.

Le fait est tout particulièrement sensible pendant l'hiver où la neige subit des alternances d'apparition et de fusion assez brusques, de même que jusqu'à la fin du mois de mai, il peut se produire des gelées intempestives et sans lendemain.

Cette délimitation est assez bien définie sur la figure 3, où nous avons tracé deux directions en traits interrompus, l'une tournée vers le N parallèlement à la Vallée de la Saône, l'autre tournée vers le S parallèlement à la Vallée du Rhône. Ces deux directions marquent assez sensiblement la séparation des deux climats.

Notre tentative est modeste et limitée en raison de ce que nous n'avons jamais eu comme instruments de mesure qu'un thermomètre et un baromètre. Du reste nous devons dire qu'il n'avait jamais été dans nos intentions de faire une œuvre de météorologiste.

C'est en 1923 que, pour compléter les renseignements donnés par le Service météorologique (qui sont affichés dans l'usine) nous avons eu l'idée d'y ajouter journellement les pressions barométriques prises à 8 heures ainsi que les températures prises à 8 h., 12 h. et 17 heures.

La direction du vent ainsi que des indications sur la pluie, le brouillard, la brume n'y ont été inscrites qu'à partir de 1933.

Ce sont ces documents relevés régulièrement tous les jours que nous avons songé à utiliser pour essayer d'en tirer quelques conclusions pouvant intéresser la commune de Fraisses où ont été prises les mesures.

L'abondance des documents enregistrés (il s'agit de plus de 30.000 observations) nous a permis, dans une large mesure, de suppléer à certaines imprécisions, qui auraient pu résulter de l'imperfection de nos moyens d'observation.

Telles sont les conditions dans lesquelles cette monographie a été entreprise. Nous n'en donnons ici que les principaux résultats.

Températures.

Le thermomètre utilisé est placé en plein air, face au Nord. L'endroit est protégé du soleil en permanence.

Les températures prises sur les 15 années donnent une moyenne générale de 9° 27. Les températures moyennes générales mensuelles, les tem-

pératures moyennes maxima et minima ainsi que les températures extrêmes ont été portées sur le graphique n° 1 qui concrétise d'une manière très nette la régularité avec laquelle les températures d'un mois à un autre pour les températures, se retrouve pour les pressions barométriques ce qui montre dans une certaine mesure la stabilité générale correspondante du climat.

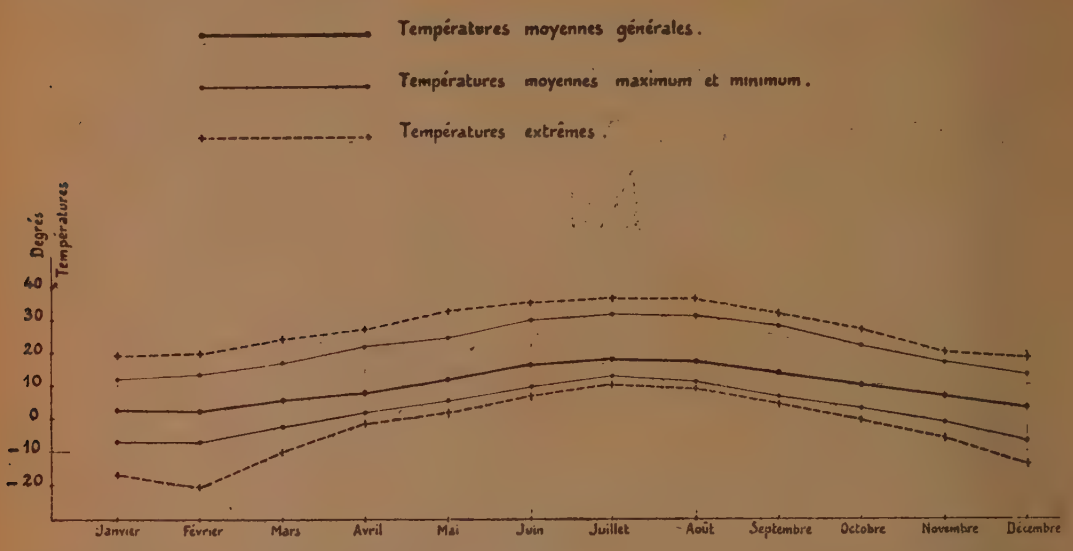

Fig. 1.

moyennes générales se succèdent d'un mois à un autre.

Pressions barométriques.

Les pressions barométriques ont été prises tous les jours à 8 heures.

Vents. Pluies. Neige. Orages. Brouillards et Brumes.

Ces divers phénomènes météorologiques ont été tous les jours soigneusement relevés.

Il serait évidemment fastidieux de donner le ré-

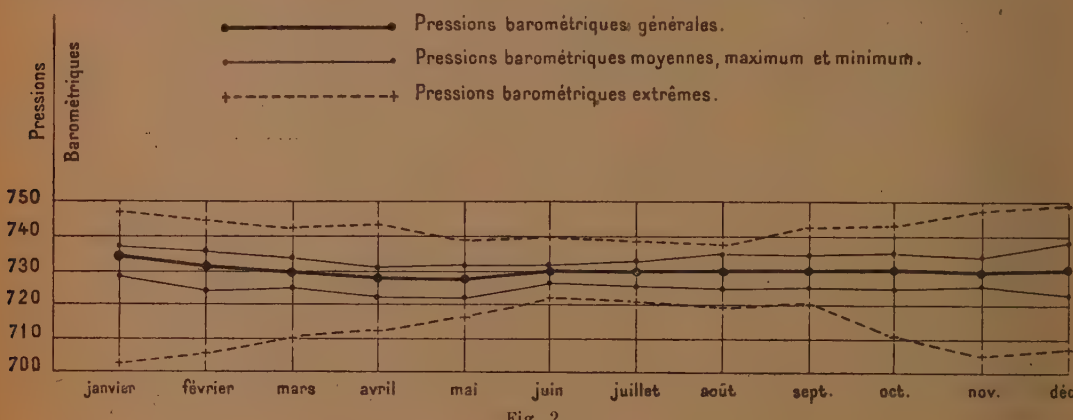

Fig. 2.

La moyenne générale annuelle de la pression barométriques est de 729 mm.

Comme pour les températures, les pressions moyennes générales mensuelles, les pressions moyennes maxima et minima, ainsi que les pressions extrêmes ont été portées sur le graphique n° 2.

La régularité de la variation que l'on constate sultat de tous les calculs résultant de ces observations qui ne concernent que la localité de Fraisses. Signalons, cependant qu'ils sont très intéressants à connaître.

Pour en montrer l'intérêt, nous reproduisons sous forme de rose de pluviosité (fig. 3) la distribution annuelle des vents, celle des jours de pluie et celle des indices de pluviosité.

Nous désignons sous cette dernière expression des fractions exprimant, pour une direction donnée du vent, le rapport existant entre le nombre de jours de pluie et le nombre de jours de vent. Ainsi le rapport 1/4 marqué dans la direction N. O. indique qu'il pleut en moyenne 1 jour sur 4 par vent soufflant du N. O.

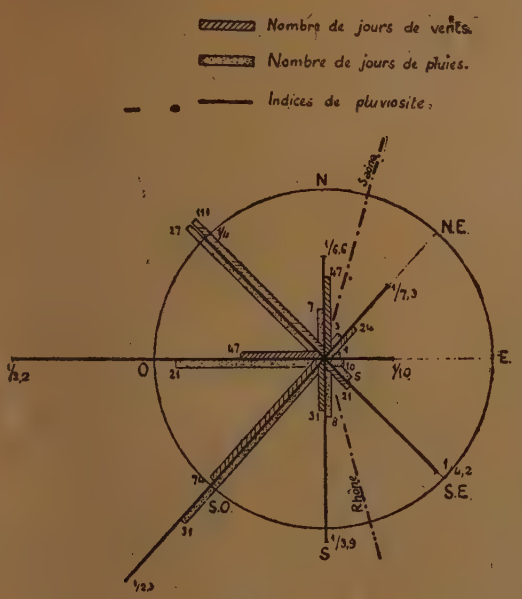

Fig. 3.

De même il est encore intéressant de déduire en partant des observations faites, la situation du point de vue hygrométrique.

C'est ainsi qu'en les groupant et en les classant convenablement, bien que ne possédant ni pluviomètre, ni hygromètre, on obtient la répartition suivante basée sur les moyennes annuelles :

Journées claires	101
» brumeuses.....	99
» de brouillard.....	62
» de pluie.....	103
Total	365

Poussant plus loin cette question de l'humidité, nous avons pris comme critérium de celle-ci la somme des journées brumeuses, des journées de brouillard et des journées de pluie. Nous obtenons alors comme moyennes mensuelles, les nombres suivants :

Janvier.....	23	Juillet.....	18
Février.....	19	Août.....	18
Mars.....	19	Septembre...	25
Avril.....	19	Octobre.....	28
Mai.....	20	Novembre ...	28
Juin.....	19	Décembre ...	28

Il apparaît ainsi nettement, que ce sont en moyenne les cinq mois consécutifs de septembre, — octobre — novembre — décembre — janvier qui sont les plus humides.

Une première remarque saute aux yeux; c'est que dans chaque groupe, les nombres que nous trouvons comme une mesure de l'état d'humidité sont sensiblement égaux.

Comme deuxième remarque nous constatons que pour chacun des groupes les nombres de jours additionnés sont les mêmes, soit en effet 132 jours.

En résumé et en moyenne, on a cinq mois consécutifs avec un maximum d'humidité et sept mois consécutifs avec un minimum.

Ce rapide aperçu doit être naturellement complété, par des moyennes mensuelles, par des groupements et des observations dont nous signalons l'intérêt, qui ont été faits pour Fraisses, mais que nous nous dispensons d'énumérer.

Ce que nous tenons à signaler, c'est pour ainsi dire l'ampleur des résultats que nous avons déduits en nous servant de modestes moyens, mais en multipliant les observations et surtout en en faisant un classement méthodique.

Fatigues physiques en rapport avec les variations des températures et des pressions.

En possession des résultats précédents, nous nous sommes demandé s'il était possible d'en dégager une relation avec l'état général de la santé publique.

En un mot, les variations que nous avons constatées dans les températures et les pressions barométriques ont-elles une influence sensible en étiologie ?

C'est ce que nous allons essayer de dégager.

Variations de température : L'influence de la température est double.

Elle résulte tout d'abord de la différence que nous considérerons comme moyenne mensuelle existant entre la température normale du corps qui est de 37° et la température moyenne du mois.

A cette influence, nous devons ajouter celle qui résulte de l'écart entre les valeurs extrêmes de la température pendant le mois.

Ces considérations sont un peu arbitraires, parce qu'elles ne résultent pas d'un rapport direct et mesuré entre la variation des températures et la réaction de l'organisme.

Ce sont plutôt des appréciations qui permettent de faire un classement entre les divers mois de l'année.

Par ailleurs, on sait se garantir des alternatives

des saisons et des variations de température par des moyens artificiels et dans ce sens, il semblerait plutôt inutile de procéder à une semblable comparaison.

Cependant nous croyons devoir le faire parce que, malgré les défenses artificielles que nous mettons en œuvre, nous ignorons l'influence exacte de tous les facteurs de l'ambiance sur l'organisme.

Ce que nous savons surtout c'est que nous en dépendons essentiellement puisque c'est dans ce milieu que nous puisons nos moyens d'existence.

En fait, chacune de ces valeurs devrait être affectée d'un coefficient de qualité en rapport avec l'importance de leur influence, mais ces coefficients nous les ignorons complètement.

Pour simplifier et puisqu'il ne s'agit que de comparaison nous nous contenterons d'additionner par mois, d'une part les différences des moyennes de températures avec 37° et d'autre part les écarts maxima de température.

Nous obtenons les nombres contenus dans le tableau suivant que nous qualifierons « d'Indices de nocivité » mais qui ne sont qu'une représentation de l'influence physiologique de la variation de la température, les plus grands nombres affectant davantage l'organisme que les plus petits.

Variations des pressions barométriques : Les variations de ces pressions ont très probablement plus d'influence sur l'organisme en raison de leur caractère alterné, que les variations de température dont nous venons de parler. Mais comme pour celles-ci nous ignorons la mesure exacte de cette influence.

En fait, la valeur des moyennes de chaque mois diffère peu de la moyenne générale annuelle de la pression qui est de 729 mm; aussi, nous ne tiendrons compte, pour le classement, que des écarts de pression, étant encore entendu que les plus grands écarts sont ceux qui correspondent aux influences les plus éprouvantes sur l'organisme.

Ceci admis, nous obtenons les nombres qui sont contenus dans le tableau ci-après des « indices de nocivité ».

Classement général : Il est certain, comme nous en avons fait la remarque pour les températures, que les nombres que nous avons trouvés devraient tous être affectés d'un coefficient correspondant à l'intensité de l'action de chacun de ces éléments atmosphériques.

Mais comme le classement est le même dans chacun des cas considérés nous nous contenterons d'additionner les nombres et nous trouvons ainsi comme classement final, celui du tableau cité plus haut.

Nous avons traduit ces nombres sur le graphique n° 4. Sans y attacher une importance exagérée on ne peut cependant s'empêcher d'être frappé par la régularité pour ainsi dire mathématique de la courbe de ces indices que nous avons indiqués sur le graphique comme des « indices de nocivité », n'ayant pas d'autre vocable à notre disposition.

Sur cette courbe les mois de mai, juin, juillet, août et septembre apparaissent bien comme les mois privilégiés.

Evidemment, l'expérience des années nous en a déjà convaincu mais il est tout de même assez remarquable d'arriver à un résultat identique, mais cependant plus concret et plus précis, en partant du classement provenant d'observations et de lectures d'appareils qui, a première vue n'ont pas nécessairement pour but d'établir un rapport de cause à effet entre leurs mesures et ces constatations personnelles, qui ne sont guère, après tout, que des impressions agréables ou désagréables au gré des circonstances et en tout cas non mesurables.

Ces impressions, nous croyons que nous venons de les fixer et de leur donner une valeur en les rapportant à des observations chiffrées et notées au jour le jour. Sans nous attacher outre mesure à ces résultats, nous pensons cependant qu'il était intéressant de les signaler tant il est vrai qu'on ne commence à bien connaître une chose que lorsqu'il est possible de la traduire en nombre.

Indices de nocivité.

par variation de	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
de température.....	71	76	66	58	56	50	45	47	52	55	57	66
de pression.....	43	38	33	31	23	18	18	20	23	33	42	42
Totaux.....	114	114	99	89	79	68	63	67	75	88	99	108

La morbidité en rapport avec les variations des facteurs météorologiques.

Certes, nous n'avons pas la prétention d'apporter une solution exacte au problème que nous nous posons.

Nous croyons seulement qu'en l'envisageant comme nous l'avons fait, nous nous sommes engagé sur un terrain et dans une direction capable de donner des résultats intéressants.

Il serait toutefois téméraire de vouloir établir d'emblée une relation en quelque sorte mathématique entre les variations des pressions barométriques, les températures de l'atmosphère et leur influence sur l'organisme. Il est certain que cette relation existe mais nous croyons que, dans l'ordre des connaissances actuelles, et à part quelques essais qui sortent du cadre que nous envisageons, c'est-à-dire qui ont été faits à une échelle beaucoup plus grande que celle qui n'envisage que des variations de température et de pression constatées dans l'atmosphère et par conséquent relativement petites, on se trouve plutôt circonscrit dans le domaine des impressions.

Néanmoins, ces causes, quelques modestes qu'elles soient ne sont point négligeables en raison de leur répétition. Tandis que les résultats de laboratoire ne reposent le plus souvent que sur des expériences de courte durée, dans lesquelles les variations ont une ampleur anormale de façon à produire des effets importants et susceptibles d'être mesurés de suite sans ambiguité, les phénomènes que nous envisageons sont ceux qui se produisent journellement, dont les effets instantanés peu importants, ne sont pas sensiblement mesurables au moment où ils se produisent, mais qui n'acquièrent leur importance que par leur répétition.

C'est ainsi que nous avons envisagé la question de l'influence possible des variations des conditions météorologiques sur l'organisme humain.

Dans notre esprit, cette influence ne s'arrête pas à un moment donné et aux mois envisagés comme étant les plus nocifs. Nous envisageons le fait pendant toute la durée de l'existence.

Nous croyons que les répétitions finissent par engendrer dans l'organisme et dans son fonctionnement des déformations et des désordres permanents qui s'accentuent avec les années, de sorte que l'organisme, suivant les individus et suivant l'âge devient de plus en plus sensible aux agents atmosphériques pendant les mauvais mois.

Dans les lignes qui vont suivre nous allons voir si notre façon d'envisager les choses a quelque chance d'être soutenable.

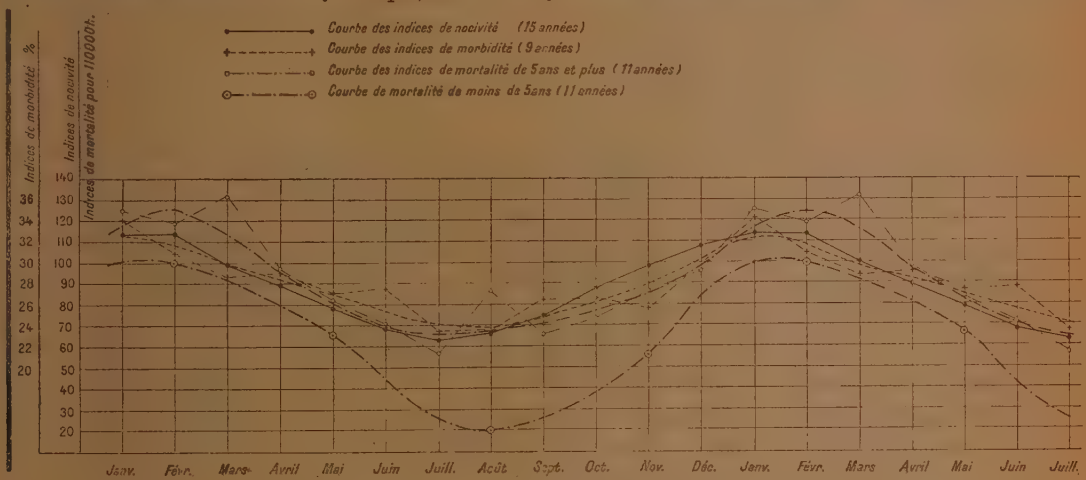

Fig. 4.

Morbidité. — Comme suite à ce qui précède nous avons donc, et tout d'abord, cherché à comparer le graphique des indices de nocivité avec l'état de morbidité de la région.

La question de morbidité générale est assez difficile à définir, surtout pour la mettre sous forme numérique. Lorsqu'il s'agit d'une épidémie ou d'une maladie bien déterminée la chose semble relativement simple. Il ne paraît plus en être de même lorsqu'il s'agit d'un état général ordinaire qui englobe toutes les indispositions, les maladies plus ou moins bien déterminées ou graves, surtout lorsqu'on part de cette idée à priori que cet état général peut être en rapport avec les conditions météorologiques, ce qui exclut la question de la classification des maladies.

Quoiqu'il en soit des objections que nous nous sommes faites, sans compter les difficultés de se procurer des renseignements, nous nous sommes engagé sur cette voie en ayant recours aux documents concernant la tenue des déclarations de

maladie au Bureau des Assurances Sociales des Etablissements Holtzer.

L'enquête est évidemment limitée à une population ouvrière bien caractérisée, mais nous n'avions pas d'autre moyen de nous procurer des renseignements significatifs.

L'enquête a porté sur les neuf années de 1931 à 1939 qui ont été bloquées et sur un effectif moyen de 1.900 personnes, soit pour un mois sur une moyenne de plus de 17.000 individus.

Les résultats ramenés à un taux pour 1.000 ouvriers sont les suivants :

Indices de morbidité.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Indices °/oo	34,1	30,9	28,7	29,0	27,1	27,6	23,5	23,6	26,7	26,8	25,7	29,8

Pour mieux situer ces renseignements nous les avons portés sur le graphique des indices de nocivité (fig. 4).

Malgré les imperfections inévitables dues à la méthode que nous avons adoptée, il n'est pas possible de n'être pas frappé par la similitude des deux courbes.

Il ne s'agira jamais d'identité, mais il apparaît bien que les deux courbes sont de la même famille et c'est le point le plus essentiel qui est à retenir.

Car il ne faudrait pas en conclure que la courbe des indices de nocivité représente une mesure de la morbidité.

Ce que nous venons de faire ne comporte que des comparaisons permettant d'établir une classification dans l'ordre des grandeurs nocives et morbides mensuelles et de montrer qu'il doit certainement exister une relation de cause à effet entre les deux ordres de faits.

La mortalité en rapport avec les variations des facteurs météorologiques.

Continuant l'étude de l'influence des variations atmosphériques sur la santé publique, nous allons examiner la question des décès.

Ceux-ci ont été relevés dans la commune de Fraisses sur les 11 années s'écoulant de 1929 à 1939 inclus et ont été répartis en deux groupes.

Le premier comprend les décès des personnes âgées de 5 ans et plus et le deuxième ceux des enfants de moins de 5 ans.

En ce qui concerne le premier groupe de décès, après avoir fait les moyennes générales mensuelles, nous avons établi un indice de décès basé sur 110.000 habitants afin de pouvoir faire figurer les résultats sur le graphique.

Les indices ainsi déterminés sont contenus dans le tableau suivant :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Indices des décès.....	125,1	119,1	137,0	98,3	83,4	71,4	56,5	86,3	65,5	74,4	86,3	95,3

Le report de ces indices sur la figure 4 montre d'une façon aussi évidente que pour la morbidité, que la courbe des indices des décès est de la même famille que celle des nocivités. C'est là un fait tout à fait remarquable à notre avis et qui indique à n'en pas douter que la méthode que nous avons suivie pour déterminer un indice de nocivité en partant des variations atmosphériques a quelque chance d'être vrai dans son principe.

Décès d'enfants de moins de 5 ans.

Pour faire figurer ces données sur le graphique n° 4 nous avons déterminé des indices qui ne sont plus des indices en fonction du nombre total des enfants, parce que nous n'en connaissons pas le nombre, mais des indices relatifs au nombre des décès du premier trimestre que nous avons ramenés à 100.

Nous obtenons ainsi :

Premier trimestre, indice moyen 100;

Deuxième trimestre, indice moyen 66,6;

Troisième trimestre, indice moyen 22,2;
Quatrième trimestre, indice moyen 55,5.

En reportant ces indices sur le graphique de nocivité, nous obtenons encore une courbe qui est de la même famille que les précédentes.

Conclusion.

Malgré la limitation de moyens d'observation qui ont été mis en œuvre, les résultats que nous avons obtenus, s'ils sont à peu près conformes aux impressions courantes, apportent cependant quelques précisions à des notions qui sont plutôt confuses et l'on peut en tirer des conclusions au point de vue démographique, de l'hygiène, de l'urbanisme, etc...

Notre but, en effet, dès que nous avons saisi l'importance des premiers résultats, ne fut plus seulement d'établir une simple monographie de la Commune en nous basant sur les constatations météorologiques dont nous disposions, mais élargissant le champ de notre étude, notre intention fut alors et surtout de montrer l'intérêt qu'il pouvait y avoir à mettre en relief, pour une agglomération donnée, si modeste d'ailleurs que soit la place qu'elle occupe en géographie, quelques-uns des traits susceptibles de lui donner une physionomie qui lui soit propre et bien caractérisée.

Ce n'est pas un simple divertissement de l'esprit qui nous a alors guidé, mais bien le désir de constituer une sorte d'état civil différentiant la commune de Fraisses de ses voisines.

Nous sommes convaincu que de pareilles monographies présentées même sous cet aspect très élémentaire, mais multipliées sur le sol du pays et la chose est possible, en recourant à l'obligeance des Ecoles Publiques, pourraient par leur nombre, conduire à des observations et à des conclusions, non seulement d'ordre particulier, mais surtout d'ordre général fort instructives.

Elles permettraient de procéder à une vaste synthèse qui, même limitée au cadre dans lequel nous nous sommes placé, ne manquerait pas de présenter le plus haut intérêt.

Nous suggérons la possibilité de faire de pareilles monographies en utilisant la complaisance des Ecoles Publiques. En réalité, il ne s'agirait pas de complaisance, mais bien de mettre en œuvre une méthode de travail scolaire, très concrète et pouvant avoir par elle-même une importance éminemment éducative.

Quelles belles leçons de choses intelligentes et pratiques joignant l'utile à l'agréable ne peut-on imaginer.

Quant à nous, nous y voyons, en intéressant directement les enfants à la connaissance et au maniement d'instruments de mesure, à leur emploi méthodique, un moyen didactique de développer en eux le sens de l'observation et de leur donner des notions d'ordre, de coordination, etc... qui dans la circonstance auraient le privilège d'être essentiellement vivantes et parfaitement adaptées au milieu.

Etudier son milieu pour le mieux connaître, c'est déjà envisager de se mieux connaître soi-même. Dans l'œuvre de redressement du Maréchal Pétain qui pense au « retour à la terre », nous sommes persuadé que de petites règles d'enseignements envisagées dans un esprit semblable seraient susceptibles de peser d'un grand poids dans les décisions à prendre. On parle de créer des manuels relatant les caractéristiques particulières des villes, villages, etc... ainsi que les faits historiques qui s'y sont passés. Il nous semble que ce que nous envisageons pourrait avoir sa place dans ce manuel. Les faits auraient même cet avantage sur beaucoup d'autres, d'avoir été pris sur le vif par les intéressés eux-mêmes sans avoir recours au passé ou aux voisins.

L. Demozay.

BIBLIOGRAPHIE
ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

Biltz (H.) et **Biltz** (W.). — **Ausführung quantitativer Analysen** (Exécution d'analyses quantitatives), 3e *édition.* — 1 *vol.* XVI-414 *p. avec* 49 *fig. Hirzel, édit., Leipzig* (*Prix, relié RM* : 19).

L'ouvrage est bien connu des chimistes analystes. Cette nouvelle édition (la deuxième a paru il y a trois ans) a été revue avec soin et augmentée. Comme les précédentes, elle constitue un guide sûr et précieux dans le domaine de l'analyse quantitative minérale. E. C.

Bodendorf (K.). — **Kurzes Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie** (Abrégé de Pharmacie chimique). — 1 *vol.* 17 × 26 *de* X-392 *p. Springer, édit., Berlin*, 1939.

Ouvrage destiné à des étudiants en pharmacie et en médecine et rédigé par le directeur de l'Institut de Chimie pharmaceutique de l'Université d'Istambul. Il s'agit d'un traité élémentaire de chimie générale et non d'un manuel de pharmacie chimique, en bref, un exposé des notions fondamentales de chimie minérale et organique. E. C.

Chaplet (A.), Ingénieur Chimiste : **Dictionnaire des Produits chimiques commerciaux et des drogues industrielles.** 1 *vol. in*-8° *de* 360 *p. Dunod, éditeur, Paris.*

Dans ce livre, on trouve d'intéressantes indications sur environ 6.000 produits industriels utilisés en droguerie. Si l'on songe qu'un grand nombre de ces produits ont parfois plusieurs noms correspondant à des marques de fabrique ou à des abréviations imposées par l'usage, on conçoit tout l'intérêt que peut présenter un répertoire permettant de reconnaître les produits désignés par ces noms et d'avoir sur leurs caractères physiques ou chimiques, sur leur mode de préparation, sur leurs applications, des renseignements dont l'obtention nécessiterait parfois de longues recherches. Ce dictionnaire sera souvent consulté par ceux qui, à un titre quelconque, utilisent des produits industriels. A. Boutaric.

Guarini (E.). — **L'utilisation de la chaleur ambiante comme force motrice. Le mouvement perpétuel de deuxième espèce. L'inexactitude du deuxième principe de thermodynamique.** — 1 *broch. de* 32 *p. Archetipografia di Milano, Milan*, 1941.

M. Emile Guarini, ancien professeur de Physique et de Mécanique de l'Ecole des Arts et Métiers de Lima (Pérou), vient de publier une intéressante brochure illustrée de 32 pages, en langue italienne, sur l'utilisation de la chaleur ambiante comme force motrice.

M. Guarini fait appel à la collaboration des techniciens et des savants de tous les pays pour mettre rapidement au point cet important problème dont dépend l'avenir du monde au point de vue de la force motrice et de la chaleur nécessaire.

Comme préface M. Guarini reproduit une lettre de l'Ingénieur A. Barrier, Directeur honoraire et Conseil technique de l'Institut International du Froid de Paris, la plus grande institution mondiale en matière de Froid et dont font partie presque tous les pays du monde.

Après avoir félicité M. Guarini de sa persévérance pour poursuivre la réalisation de son idée ingénieuse, M. Barrier écrit : « A mon avis si certaines de vos assertions paraissent et peuvent être en désaccord avec quelques principes de la thermodynamique, il n'en est pas moins à considérer : d'une part, qu'avec un agent tel que le CO^2, dont, dans bien des cas et sous certaines conditions, le comportement diffère de celui des autres agents frigorifiques, et qu'en présence, d'autre part, des résultats encourageant des expériences antérieurement réalisées par vous avec des moteurs à injection de CO^2 liquide, *et compte tenu, surtout, des vastes conséquences que peut avoir votre invention au point de vue international, leur auteur paraît nettement autorisé à poursuivre ses expériences dans cette voie nouvelle ainsi que la réalisation pratique du dispositif qu'il a imaginé.* »

Parlant du cycle de Carnot M. Guarini démontre qu'il est inexact puisque, tandis que, d'après ce cycle, le rendement augmente avec l'écart de température, l'expérience démontre que le travail produit et le rendement augmentent avec l'écart de pression et qu'on peut produire du travail même sans différence de températures.

M. Guarini rend hommage aux travaux de Georges Claude et il dit que quoique n'ayant atteint le résultat voulu, Claude a démoli le postulat de Lord Kelvin — qui considère impossible l'utilisation de l'énergie interne de l'eau et de l'air — en écrivant une des plus belles pages de l'histoire de la science.

M. Guarini rend compte des quelques expériences qu'il à fait avec deux cycles :

1) expansion adiabatique du CO^2;

2) avec un nouveau cycle frigorifique à basse consommation de force basé sur le principe de la thermocompression et de la disparition de la chaleur externe de vaporisation dans la condensation.

M. Guarini souhaite que des expériences soient faites sur plus vaste échelle avec des moyens appropriés.

Pour démontrer l'importance du problème M. Guarini rappelle que le soleil nous envoie 1.825.000.000.000 de calories par km^2 et par an et qu'un m^3 d'eau à 20° C., en se congelant, rend 100.000 calories soit respectivement l'équivalent de 200.000 tonnes et de 12 kg. de charbon.

P. M.

Guillemonat (A.). — **Le bois, matière première de la chimie moderne.** *Préface de* G. Dupont, *professeur à l'École normale supérieure.* — VIII-136 *p.*, 13 × 21, *avec* 18 *fig. Dunod, édit. Paris,* 1941 (*Prix, broché ;* 52 *fr.*)

Bien que de nombreux et excellents ouvrages aient été publiés sur la *Chimie du Bois*, notamment ceux de Hawley et Wise (1931) et de Hagglund (1928), le livre de M. Guillemonat, agrégé de sciences physiques et Docteur ès-sciences, ne fait pas double emploi. Cette chimie du bois est, en effet, un sujet extrêmement vivant, d'une évolution très rapide et où les données acquises se modifient et s'accroissent chaque jour.

La constitution du bois est fort complexe, en particulier celle de la lignine, et l'auteur a réussi à faire, sur ce sujet, ce qui n'est pas chose aisée, un livre clair, ordonné et simple, exposant, en leurs grandes lignes, tout ce que le lecteur non spécialisé peut désirer obtenir sur la question.

De nombreuses références bibliographiques sont groupées à la fin de l'ouvrage, classées par sujet et accompagnées chacune d'une courte notice permettant de guider utilement le lecteur dans le choix du livre, de l'article de revue ou du mémoire qu'il convient de consulter.

E. Cattelain.

Meurice (A.). — **Cours d'analyse quantitative des matières minérales.** — 3e *édition.* 1 *vol. de* 95 *p.* 16 × 25 *avec* 103 fig. 1940. *Dunod, édit. Paris* (*Prix, relié* : 230 *fr.*).

Les exigences de l'industrie, en ce qui concerne l'exactitude des méthodes d'analyses quantitatives, deviennent de jour en jour plus grandes. En effet, les transactions commerciales prennent de plus en plus d'ampleur. Les procédés de fabrication se perfectionnent, de telle sorte que l'industriel, soucieux de ses intérêts, pour lutter à armes égales contre la concurrence, doit posséder un cadre scientifique plus éclairé et des méthodes plus appropriées.

La troisième édition du cours longtemps professé par Albert Meurice à l'*Institut Meurice-Chimie*, de Bruxelles, a été considérablement augmentée : Elle tient compte des grands progrès réalisés pendant ces dernières années dans le domaine de la chimie analytique tant en ce qui concerne les méthodes que l'exactitude des résultats et la rapidité d'exécution.

Au cours de 20 chapitres sont successivement étudiées l'analyse des combustibles, des eaux industrielles, celle des calcaires, des produits réfractaires, des fers, fontes et aciers, des minerais divers, des métaux et des alliages, etc. L'ordre suivi dans la présentation est d'ailleurs le même que celui adopté dans la précédente édition.

Cet ouvrage s'adresse essentiellement aux chimistes s'occupant d'analyses industrielles, pour lequel il sera un guide des plus utiles.

E. Cattelain.

Polonovski (M.) et **Lespagnol** (A.). — **Chimie organique biologique.** 2e *édition.* — 1 *vol.* XVI-856 *p.* 25 × 17. *Masson et Cie, édit., Paris,* 1941. (*Prix, broché :* 300 *fr.*)

Ce volumineux traité porte en sous titre : *Introduction chimique à l'étude de la biologie générale* et constitue l'indispensable trait d'union entre l'imposant *Traité de Chimie organique* publié sous la direction de V. Grignard, G. Dupont et R. Locquin, ouvrage en cours de publication, et les *Éléments de Biochimie médicale* publiés par les soins de M. Polonovski avec la collaboration de savants biochimistes. Il présente un tableau général de l'état actuel de nos connaissances biochimiques.

Les auteurs, très judicieusement, ont fait un choix dans la masse des composés organiques que la nature nous offre avec une prodigalité sans borne; ils n'ont retenu que les plus typiques ou les plus importants, ceux qui permettent les développements théoriques les plus fructueux et ceux qui s'imposaient par leur rôle physiologique.

Comme dans l'édition précédente, l'ouvrage est divisé en quatre parties où se trouvent successivement étudiés, à la lumière des travaux les plus modernes, suivant un plan très rationnel et un enchaînement rigoureux des chapitres, les matériaux dont sont édifiés tous les milieux animés :

Livre premier : *Les Glucides* : Nomenclature, les oses, les principales fermentations du glucose, les holosides et triholosides, les glucosides polymérisés, la lignine, les hétérosides.

Livre II : *Composés divers* : composés biologiquement dérivés des glucides, produits naturels dérivés des phénols, produits d'oxydation dérivés des phénols, dérivés quinoniques, les terpènes, pigments caroténoïdes, phytohormones.

Livre III : *Les Lipides* : généralités et acides gras, lipides simples, stérols et dérivés cyclopentanohydrophénanthréniques.

Livre IV : *Substances naturelles azotées* : protides, fonction amine, les acides aminés, produits ultimes de la dégradation des acides aminés, les peptides, les protéides, les hétéroprotéides, les alcaloïdes.

Une véritable refonte de certains chapitres a été réalisée. C'est ainsi qu'auprès des stérols sont venues se placer les hormones stéroïdes, les aglycones digitaliques, etc. en un ensemble chimique plus cohérent caractérisé par la structure cyclopenténophénanthrénique du noyau. Les polyterpènes bénéficiant d'acquisitions scientifiques récentes ont été présentés sous une forme plus homogène. Certaines séries de composés biologiques (pigments quinoniques-depsides-dérivés pyridiques, etc.) ayant pris suffisamment d'ampleur ont fait l'objet d'un exposé plus important. La constitution des divers noyaux : thiazole (vitamine B_1), alloxazone (flavines), cyclopentanique (auxines), base de nombreux produits vitaminiques, hormonaux, et enzymatiques, étant aujourd'hui élucidée, leur étude a été introduite dans de nouveaux chapitres.

L'ouvrage de MM. Polonovski et Lespagnol est une œuvre à la fois encyclopédique et originale. Ecrit par deux savants biochimistes dominant entièrement tous les aspects de leur sujet, il constitue un parfait outil de travail pour les chercheurs.

E. Cattelain.

Rocard (Yves), Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris : **Théorie des oscillateurs.** *1 vol. in-8° de 223 p. Editions de la Revue Scientifique, Paris.*

Dans le cas le plus général, un oscillateur doit être défini comme un système fermé, complet, capable de fournir et de maintenir une loi de variation périodique entretenue pour l'une au moins des variables qui fixent son état ou servent à le décrire.

Le domaine que comporte l'étude des oscillateurs envisagés de ce point de vue est extrêmement vaste, mais aussi singulièrement fécond. On doit être reconnaissant à l'auteur d'en avoir envisagé quelques-uns des aspects les plus intéressants en faisant appel sur de nombreux points à ses propres travaux dans un domaine dont on ne saurait méconnaître l'intérêt pratique si l'on songe aux problèmes délicats qu'a posés le mécanisme de la synchronisation de la détectrice à réaction ou les vibrations auto-entretenues des ailes d'avions.

L'auteur envisage successivement : le pendule considéré comme oscillateur; les oscillations de relaxation; les oscillateurs dépourvus de self ou d'inertie; les oscillateurs faisant appel à des liaisons non holonomes; les oscillateurs des théories économiques; les oscillateurs avec propagation en électricité et en acoustique; les systèmes à caractéristiques instables; les oscillations auto-entretenues superposées à un mouvement de rotation général; les vibrations d'ailes d'avions. Cette simple énumération suffit à montrer la riche variété des questions que M. Rocard a su grouper autour de la notion d'oscillateur et dont quelques-unes sont d'un intérêt très actuel.

A. Boutaric.

Renault (R.). — **La Matière.** Tome I : **Atomistique et Chimie générale.** *Préface de* Mme I. Joliot-Curie. — *1 vol.* xvi-566 *p.* 13 × 21 *avec 34 fig. Dunod, édit., Paris,* 1941. (*Prix, broché : 145 fr., relié : 165 fr.*).

Dans cet ouvrage, qui est destiné aux chimistes et qui est le premier tome d'un traité devant englober toute la science chimique, l'auteur expose, d'une manière relativement simple, les connaissances essentielles de physique et de chimie physique moderne.

Dans la *première partie* (Atomistique), le lecteur est initié à quelques notions fondamentales sur la matière : relativité, inertie de l'énergie, théorie cinétique des gaz, mouvement brownien, quanta, mécanique ondulatoire, émission de rayonnement.

La *deuxième partie* (Structure discontinue de la matière) traite de la structure intime des atomes : atome d'électricité, radioactivité, atome de Rutherford, atome de Bohr, atome de Sommerfeld, atomes non hydrogénoïdes.

Dans la *troisième partie* (Chimie générale) se trouvent exposées les notions classiques sur les composés chimiques, les ions, la structure cristalline, la classification des éléments, en même temps que les lois générales de la chimie.

L'auteur a développé surtout les chapitres consacrés aux découvertes récentes que l'on ne trouve, en général, exposées que très sommairement dans des ouvrages de vulgarisation ou avec trop de détail dans des traités destinés aux travailleurs des laboratoires.

Ce livre constitue un excellent instrument de travail qui sera lu et consulté avec profit par les étudiants en chimie, les chimistes et par tous ceux qui, possédant une culture mathématique moyenne, désirent connaître les acquisitions les plus récentes dans le domaine de la physique nucléaire.

E. Cattelain.

Strohl. (A). — **Précis de Physique Médicale.** — (*Collect. de* Précis médicaux. — *2e édition revue et corrigée. in-8°, 713 p., 375 fig. — Masson et Cie, éditeurs, Paris,* 1941.

Il s'agit là d'un *précis*, fruit des travaux de l'Auteur et de sa pratique de l'enseignement de la Physique à la Faculté de Médecine de Paris.

L'ouvrage comprend six parties principales : Energétique Biologique — Acoustique — Physicochimie — Lumière — Electrophysiologie et Electrothérapie, Radiologie (Rayons X et curiethérapie).

Cet ouvrage s'adresse à des étudiants, ne l'oublions pas pour en apprécier les véritables qualités : clarté, concision, explications sans formules compliquées des causes physiques de phénomènes pathologiques, diagnostiques et thérapeutiques.

Un instrument à usage de jeunes ne peut faire état que de lois bien prouvées, d'hypothèses peu discutées.

La connaissance de ce Précis est aussi importante au médecin praticien que certaines acquisitions thérapeutiques.

Eu égard à la formation médicale, cet ouvrage qui fait suite au précis de Physique du P. C. B., est une initiation parfaite avant d'entreprendre pour un thérapeute expérimental, l'étude d'ouvrages plus approfondies de Physique ou de travaux de Biophysique, surtout ceux du grand A. d'Arsonval.

A. Strohl a réussi une chose très difficile : vulgariser ses connaissances sans altérer la vérité scientifique, c'est peut être le plus beau compliment qu'on puisse lui faire.

Souhaitons lire un jour un Traité du même auteur.

Jean S. de Goldfiem.

2° Sciences naturelles.

Bibliographie des Sciences géologiques. T. X (1939). *Publication de la Société Géologique de France,* 1941

Le Tome X de la Bibliographie des Sciences géologiques contient les titres et les références des travaux géologiques, minéralogiques et miniers parvenus en 1939 dans les bibliothèques de Paris.

Il témoigne de la vitalité de la Société Géologique et de la Société minéralogique de France, dont

l'œuvre continue au milieu des nombreuses difficultés matérielles auxquelles se heurtent les publications scientifiques. R. F.

Blondel (F.). — **Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-Mer**. — 2 *vol. in*-8°, 1.037 *p. Publication du Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales*, n° 11, *Paris*, 1941.

Nous avons signalé au fur et à mesure de leur parution les volumes publiés par le Bureau d'Etudes géologiques et minières de la France d'Outre-Mer, depuis sa création, en 1932.

A l'occasion du Congrès de la Recherche scientifique coloniale, qui s'est tenu en septembre 1937, M. F. Blondel avait présenté une édition hors commerce d'une Bibliographie géologique et minière de nos colonies. Cette première édition, à petit tirage, a été revue et complétée jusqu'à devenir l'ouvrage que nous avons entre les mains : une Bibliographie aussi complète que possible, citant 16.000 (seize mille) titres, groupés par régions : Algérie, Tunisie, Maroc (premier volume), Afrique française, Madagascar, Levant, Indochine, Inde française, Nouvelle-Calédonie, Antarctide, Océanie française, Saint-Pierre et Miquelon, Antilles et Guyane.

L'œuvre réalisée par M. F. Blondel est de toute utilité pour les géologues et les mineurs. Elle témoigne de l'activité des recherches dans notre Empire et permet, ainsi que l'écrit M. A. Lacroix dans son Avant-Propos, de « discuter comment pourraient être complétées ces premières données et comment organiser des recherches méthodiquement dirigées, sans, bien entendu, gêner en rien les efforts indépendants qui ne manqueront jamais dans notre pays ».

La mise à jour à partir du 1er janvier 1940, pourra se faire au moyen des Bibliographies publiées dans la *Chronique des Mines coloniales* éditée par les soins du Bureau d'Etudes dont l'activité ne se ralentit pas.

R. Furon.

Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique. Mémoires de la Société de Biogéographie, t. VII. — 1 *vol. in*-8°, *illustré*, 434 *p. Lechevalier, éditeur, Paris*, 1941 (*Prix : 250 fr.*).

L'intérêt du dernier Mémoire de la Société de Biogéographie ne le cède en rien à celui des précédents volumes. La conception reste la même : grouper les observations de spécialistes de diverses disciplines ayant à connaître d'un seul problème aux aspects fort divers. La meilleure présentation que l'on puisse faire de cette œuvre collective est de figurer la table des matières :

R. Legendre : Le milieu marin, océanique, néritique et littoral. — M. Fontaine : A propos de l'action de la lumière... sur la répartition des organismes dans la zone néritique. — L. Fage : Le plateau continental et la métamorphose des Poissons. — A. Bigot : Faunes néritiques du Jurassique inférieur de la Normandie. — Mlle C. Dechaseaux : Répartition des Lamellibranches dysodontes au Jurassique dans l'Est du Bassin de Paris. — R. Abrard : Répartition géographique et migrations des Orbitoïdes. — Mme P. Lemoine : Les Algues calcaires de la zone néritique. — L. G. Seurat : La répartition actuelle et passée des organismes de la zone néritique de la Méditerranée nord-africaine. — J. Feldmann : La végétation benthique de la Méditerranée. — P. A. Burollet : Note sur la zone néritique du Maroc atlantique. — A. Davy de Virville : Les zones de végétation sur le littoral atlantique. — H. Prat : Observations bionomiques sur les rivages atlantiques de l'Amérique du Nord et des îles voisines. — P. H. Fischer : Notes sur les peuplements littoraux d'Australie. — M. André : La faune acarologique du système littoral. — L. Berland : Les Araignées marines. — J. Timon-David : La faune diptérologique littorale des îles du golfe de Marseille. — L. Germain et E. Fischer-Piette : La faune benthique du plateau continental et les méthodes satistiques. — H. G. Schenck et A. M. Keen : Biometrical Analysis of Molluscan assemblages. — E. Fischer-Piette : Sur quelques progrès récents, et sur les méthodes et tendances actuelles, en bionomie intercotidale. R. Furon.

Reproduction Sexuée et l'Analyse Expérimentale de la Fécondation. — *Cours de* Pierre P. Grassé, *professé à la Faculté des Sciences de Paris, recueilli par* Madeleine Pierre, *Préparatrice à la Fac. Sc., publié par le Centre de Documentation Universitaire, polycopie* 244 *p.* 123 *fig. Paris*, 1941.

Il est toujours utile aux étudiants de comparer les notes prises à l'amphithéâtre et le cours rédigé du Professeur. Il est utile à ceux qui ne peuvent suivre un cours de se le procurer, à ceux qui professent ailleurs ou en d'autres disciplines de faire le point avec l'enseignement de la Sorbonne. Cela justifie à plus d'un titre la publication d'un cours.

Le Prof. Grassé nous prouve que la fécondation est un processus complexe au cours duquel se déroulent, dans un ordre déterminé, plusieurs actes essentiels dont l'activation, l'établissement de la dicentrie et l'amphimixie sont les points culminants. Ces actes sont plus ou moins autonomes mais la dicentrie ne saurait se passer d'une activation préalable.

L'œuf est inerte et doit être activé par des influences chimiques, ce qui permet la division cellulaire.

La dicentrie ne peut apparaître que dans un cytoplasme se trouvant dans un certain état physique.

Pour nous permettre de partager son opinion compétente, le Prof. P. P. Grassé donne d'abord un aperçu de la reproduction sexuée et asexuée, de leurs modalités et de leurs limites. Nous aurions aimé qu'il cite, ne serait-ce que pour mémoire, le mystère de la reproduction des virus protéines qui peuvent être des cristaux vivants.

Après un exposé général des propriétés des cellules sexuelles, de leur origine, le Prof. Grassé insiste sur les cellules sexuelles à ségrégation précoces, des Insectes aux Vertébrés. On trouvera un exposé des modifications du noyau au cours de la ségrégation des éléments germinaux (diminution chromatique des Ascarides). Grassé expose ensuite des cas concrets

de gamétogénèse, de spermatogénèse, de spermiogénèse avec de nombreux schémas. Il passe ensuite à l'ovogénèse, à la morphologie de l'œuf, sa polarité, etc... La fécondation est étudiée avec les différents constituants du gamète, l'influence du *p*H, la balance des sels (NaCl, KCl, MgCl2, CaCl2), le chimiotropisme des gamètes, l'isoagglutination. — Suit un exposé des étranges fécondations indirectes obtenues depuis 1920 seulement.

L'analyse expérimentale de la fécondation est très bien menée avec l'explication des théories de Loeb, de Bataillon, les critiques de Just, le procédé de Daleq. Le Prof. Grassé y apporte sa conclusion que la monospermie dépend exclusivement d'une modification physique du cytoplasma périphérique, cortical de l'œuf.

Il passe ensuite à l'analyse de la fécondation des Hybrides, des combinaisons génétiques pathologiques, des œufs immatures. — Il expose la théorie des *fertilisines* de Franck Lillie, au rôle des composés iodés dans la fécondation, des substances sexuelles de Hartmann, apparentées aux naphtoquinones, de formule brute (C^{12} H^{10} O^7).

Nous reviendrons dans quelques temps sur l'usage de cette publication pour ceux qui désirent étudier la question des influences physicochimiques, géo et astrophysiques dans les phénomènes de la fécondation.

Jean S. de GOLDFIEM.

3° Art de l'Ingénieur.

Déribéré (M.) et **Esme** (A.). — **La Bentonite. Les argiles colloïdales et leurs emplois.** — *1 vol.* xii-198 *p.* 21 × 14. *Dunod, édit. Paris,* 1941. (*Prix, broché : 74 fr.*)

En 1888 fut découvert à Fort-Benton, dans l'Etat de Wyoming (Etats-Unis d'Amérique), une argile aux curieuses propriétés. Elle était, en particulier, douée de la faculté de gonfler dans l'eau en donnant une masse volumineuse et gélatineuse. De ce fait, elle attira l'attention du monde scientifique et fut dénommée, de son lieu d'origine, *Bentonite* par le géologue américain KNIGHT qui lui consacrait, en 1897, une monographie très complète.

La bentonite est une argile colloïdale résultant vraisemblablement de la dénitrification et de la décomposition de cendres cristallines et vitreuses d'origine volcanique. Son affinité pour l'eau est remarquable et les gels qui en résultent ont des *propriétés émulsifiantes et absorbantes particulièrement intenses.*

On peut estimer à environ 400.000 tonnes la consommation annuelle de bentonite dont les emplois actuels sont nombreux : charge des papiers en remplacement du kaolin, charge pour les savons (il est possible de les additionner de 40 % de bentonite), support des préparations insecticides et fongicides, clarification des eaux, des vins et des liqueurs, agglomérant des sables de moulage et de fonderie, charge pour le caoutchouc et le laiton, etc., etc.

Etant donné les propriétés très diverses de la bentonite, il n'est guère d'industrie qui ne puisse tirer de cette singulière matière première (dont il existe un important gisement à Camp-Berteaux, dans la vallée de la Moulouya, au Maroc) des avantages appréciables.

Les auteurs ont développé, à l'usage des différents groupes d'utilisateurs, les données générales et les modalités d'emploi des bentonites et des argiles colloïdales ou préparées. L'ouvrage constitue ainsi un guide précieux pour les industriels, techniciens et artisans qui y puiseront de nombreux renseignements pratiques.

E. CATTELAIN.

Lafuma (H.). — **Liants hydrauliques. Propriétés, choix et conditions d'emploi.** *Préface de* E. FREYSSINET. — *1 vol.* xii-115 *p.* 13 × 21 *avec* 18 *fig. Dunod, édit. Paris,* 1941 (*Prix, broché : 48 fr.*)

Les ouvrages traitant de la fabrication des ciments sont nombreux, mais il en existe peu exposant l'ensemble de la doctrine de leur utilisation.

Le besoin d'un pareil exposé se fait pourtant particulièrement sentir, à l'heure actuelle où la difficulté de se procurer du ciment artificiel oblige l'entrepreneur à utiliser au maximum, et dans les cas les plus divers, les autres catégories de liants : chaux hydrauliques, ciments naturels, ciments pouzzolaniques, ciments de laitiers, ciments alumineux.

La tendance de l'industrie française des liants hydrauliques de multiplier, en marge du ciment artificiel, qui reste le liant hydraulique de base, les autres catégories de ciments, présente un avantage technique certain; mais elle en donne, par contre, l'obligation de connaître les qualités et les défauts des nombreux produits actuels, si l'on ne veut pas que l'emploi erroné d'une catégorie de ciment, pour une application particulière, conduise à de graves inconvénients.

C'est pour répondre à ce besoin que cet ouvrage a été écrit. Il doit rendre service à la plupart des utilisateurs de ciment et trouvera sa place dans la bibliothèque de tous les constructeurs.

E. CATTELAIN.

La technique des industries chimiques. — *1 vol. in-4° de 108 p.; Editions Science et Industrie, Paris,* 1941 (*Prix, broché : 40 fr.*)

Dans le grand œuvre de renouvellement que les circonstances imposent à l'industrie nationale, les industries chimiques ont un rôle primordial à remplir.

La présente édition de cet ouvrage qui paraît chaque année met en lumière, par maints exemples, les rapports étroits qui lient les industries chimiques à l'orientation de notre économie générale.

Nous nous bornerons à énumérer les études qu'elle contient :

— Les fabrications de synthèse de la grande industrie chimique. — Utilisation de l'éthylène, des carbures éthyléniques et de l'acétylène. — Utili-

sation et valorisation des combustibles imparfaits. — Les végétaux, matière première industrielle. — Les fermentations industrielles. — La récupération du soufre dans les gaz industriels de grande production. — Remplacement des huiles essentielles d'importation par les essences de l'empire français. — Les phosphates : leur rôle économique en Afrique du Nord. — Propriétés et applications des matières plastiques. — Les progrès de la chimiothérapie du paludisme. — Aspects physico-chimiques de la matière vivante. — L'essor mondial des textiles artificiels. La rayonne : textile national. — Caractères, composition et qualités des huiles siccatives.

Ph. TONGAS.

4° Divers.

Chauvet-Dusoul (Dr Fernand) : **Philosophie et religion** (*Essai de synthèse*). *Les Presses Universitaires, édit. Paris*, 1941.

T. I : **Discussion générale.** — 1 *vol. in*-8° *de* 280 *p.* (*Prix* : 60 *fr.*).

T. II : **L'esprit, l'âme et le corps. L'intuition.** — 1 *vol. in*-8° *de* 302 *p.* (*Prix* : 60 *fr.*).

Médecins, lorsque nous étudions les rythmes fonctionnels de nos malades, nous découvrons facilement les déviations qui proviennent d'un trouble périphérique. Mais le biologiste devra dépasser ce domaine limité et décrire mieux qu'il ne l'a fait jusqu'à ce jour, l'emprise des Centres sur la périphérie. L'auteur nous laisse deviner l'immense étendue à explorer dans son opposition de la qualité à la quantité et surtout dans son étude sur l'Intuition.

René PORAK.

Rouvière (H.). — **Anatomie philosophique. — La finalité dans l'évolution.** — 1 *vol. in*-8° *de* 124 *pages avec figures. Masson et Cie, édit. Paris*, 1941.

L'auteur avec tout le poids de son autorité vient plaider en faveur de la finalité. Par exemple, les fibres musculaires, qui sont généralement soumises à des forces considérables, ne s'ordonnent pas suivant la direction de ces forces. Elles s'enroulent en spirale. Cette disposition a pour effet de conférer aux tendons une élasticité grâce à laquelle les effets de la force sont transmis également et sans choc, par suite sans perte ni dommages. De nombreuses considérations sur la structure de l'os et du crâne sont accumulées.

Dans la construction de tous ces organes on retrouve un dessein formé, un but, une fin voulue, auxquels ne peuvent s'opposer les circonstances, pas même l'action mécanique, pourtant d'effet contraire, qui s'exerce normalement sur eux. René PORAK.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Décembre 1941.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **L. Escande** : *Etude des oscillations provoquées dans les chambres d'équilibre par les manœuvres d'ouverture instantanée. Remarque sur le calcul des cheminées déversantes.* — **G. Petiau** : *Sur les matrices de spin.* Recherche des représentations irréductibles des matrices de spin. Règles de composition de ces matrices.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **L. Sackmann** : *Sur un nouveau stroboscope de laboratoire. Décharges électriques commandées par un tube thyratron.* — **C. Cassignol** : *Sur l'action d'un champ électrique à la surface d'une solution électrolytique.* — **R. Audubert** et **E.-T. Verdier** : *Mécanisme de la surtension des ions N_3 et OH.* — **L. Bert** : *Sur une nouvelle méthode générale de synthèse des essences allyliques et propényliques* : Utilisation des éthers-oxydes phénoliques ω-chlorallylès. — **P. Chatelain** : *Sur l'orientation des cristaux liquides par les surfaces frottées ; étude expérimentale.*

3° SCIENCES NATURELLES. — **V. Romanovsky** : *Application du critérium de Lord Rayleigh à la formation des tourbillons convectifs dans les sols polygonaux du Spitzberg.* Les valeurs mesurées sur deux échantillons sont nettement supérieures au nombre du critérium de Lord Rayleigh. — **G. Deflanere** : *Sur la présence de Diatomées dans certains silex creux taroniens et sur un nouveau cas de fossilisation de ces organismes.* — **P. Bertrand** : *La loi de récapitulation ontogénique et phylogénique appliquée aux plantes fossiles.* — **J.-M. Turmel** : *De la tige aérienne ou hampe florale chez Eryngium maritimum L.* — **P. Dangeard** : *Sur quelques modifications pathologiques des plastes et sur la mise en évidence d'une membrane plastidaire.* — **M. Polonovski, M.-F. Jayle** et Mlle **G. Fraudet** : *Potentiel d'oxydoréduction du système hémoglobine-hydropéroxyde d'éthyle.* — **J.-A. Thomas** : *Influence du p-aminophénylsulfamide sur le développement de l'œuf d'oursin. Effet sur la multiplication des blastomères et évolution des larves.*

Séance du 29 Décembre 1941.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M.-V. Thébault** : *Sur un nouveau théorème d'arithmétique.* — **P. Humbert** : *Sur une extension de la notion d'angle : angles d'un faisceau de trois droites* : Introduction des trois cosinus d'Appell. — **V.-A. Kostitzin** : *Sur l'équation de la chaleur dans le cas d'une sphère soumise à des conditions spéciales.* — **A. Denjoy** : *Représentation conforme des aires limitées par des continus cycliques.* — **J. Kravtchenko** : *Sur un principe de minimum dans l'hydrodynamique des fluides visqueux.*

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **H. Deslandres** : *Application à des molécules intéressantes de l'analyse nouvelle des spectres moléculaires. Etude des corps de la chimie biologique.* — **P. Bernard** : *Les perturbations atmosphériques de la Terre et de Mars* : Il semble y avoir concordance entre les perturbations atmosphériques de mars et de la terre en prenant pour indices de ces dernières l'agitation microséismique. — **C. Maurain** : *Remarques au sujet de la note précédente.* — **P. Vernotte** : *Com-*

ment calculer, sans poser d'hypothèse, la valeur régularisée d'une ordonnée expérimentale. — **R. Kling** et **G. Gallet** : *Sur une méthode d'étude des brouillards à évolution rapide* : Utilisation des anneaux de diffraction. — **Y. Rocard** et **M. Véron** : *Sur la convection calorifique des fluides en cours de réaction.* — **R. Guillien** : *Sur la dispersion de la constante diélectrique des aluns.* — **P. Jolibois, F. Fer** et **R. Lateulade** : *Sur la vitesse de transport des acides forts et des bases fortes dans l'électrolyse aqueuse.* — Mlle **J. Doucet** et **B. Vodar** : *Etude comparative du spectre d'absorption du chlorure de sodium dans l'eau lourde et dans l'eau ordinaire.* — Mme **R. Duval** et **J. Lecomte** : *Spectres d'absorption infrarouge et modes de vibration des thiosulsulfates. Modes de vibration et structure du groupement SO^3 dans ces sels et dans quelques autres sels métalliques.* — **A. Berton** : *Spectres d'absorption par réflexion, dans l'ultraviolet, d'oxalates métalliques à l'état solide* : Influence des éléments basiques et de l'eau d'hydratation sur les bandes d'absorption du radical oxalique. — Mlle **S. Guinand** : *Décomposition photochimique des solutions d'acide ascorbique dans l'ultraviolet.* — **M. Parodi** : *Sur une méthode de calcul approchée des fréquences propres de vibration de carbures saturés aliphatiques ramifiés.* — Mlle **I. Manescu** : *Spectre d'émission et d'absorption et niveaux caractéristiques du tantale (73).* — **D. Barbier** et **D. Challonge** : *Sur la production du peroxyde d'azote pendant la destruction thermique d'ozone en présence d'azote.* — **H. Guérin** : *Sur l'action de quelques solutions salines sur les arséniates alcalinoterreux.* — **L. Bert** : *Sur un nouveau mode de β-chloroéthylation.* — **G. Vavon** et **C. Rivière** : *Sur le magnésien du chlorhydrate de pinène et les acides camphane-carboniques.*

3° Sciences naturelles. — **F. Daguin** et Mlle **G. Delpey** : *Sur l'âge des couches à lignites de Saint-Lon (Landes)* : l'âge des lignites paraît être cénomanien. — **E. Thellier** : *Sur les propriétés de l'aimantation thermorémanente des terres cuites.* — **L. Glangeaud** : *Sur la formation et la répartition des faciès vaseux dans les estuaires.* — **J. Bourcart, C. Francis-Boeuf** et **B. Rajcevic** : *Sur le mécanisme de la sédimentation des vases dans les estuaires.* — **G. Bertrand** et **G. Brooks** : *Le rendement en furfural de nos principaux bois indigènes.* Ce rendement est plus élevé dans le bois des angiospermes que dans celui des gymnospermes, plus élevé dans le bois des branches que dans celui du tronc. — **P. Becquerel** et Mlle **J. Rousseau** : *Sécrétions par les racines du lin d'une substance spécifique toxique pour une nouvelle culture de cette plante.* — **A. Lwoff**, Mlle **Morel** et **L. Digonnet** : *La nicotinamide dans les tissus du fœtus humain* : Les tissus du fœtus sont très pauvres en nicotinamide. — **A. De Gramont** : *De la grandeur relative des deux images rétiniennes dans certaines amétropies.* — **H. Bonnet** et Mme **O. Leau** : *Les protéines des sérums humains et les immunisines antimorbilleuses.*

Séance du 5 Janvier 1942.

1° Sciences mathématiques. — Mlle **H. Cartan** : *Sur une caractérisation topologique de la circonférence.*

2° Sciences physiques. — **R. Lucas** : *Théorie ondulatoire de la pression osmotique.* — **A. Tchakirian** : *Sur la constitution des acides mannito-zirconique et ferrique.* — **C. Racz** : *Sur le vieillissement des précipités de NaCl.* — **P. Chatelain** : *Sur l'orientation des cristaux liquides par les surfaces frottées ; étude théorique et conséquences.* — **A. Guinier** : *Mécanisme de la précipitation dans les cristaux d'alliages aluminium-argent pendant le durcissement structural.*

3° Sciences naturelles. — **M. Macheboeuf** et **F. Tayeau** : *Sur la valeur alimentaire des protéides de la graine d'arachide (Arachis-hypogœa L.) ; Existence de d (-) thréonine (acide α-amino β-hydroxy-n-butyrique) dans ces protéides.* — **A. Lwoff, L. Digonnet** et **H. Dusi** : *Enrichissement du lait de la femme en vitamine P.P. après ingestion de nicotinamide.*

Séance du 12 Janvier 1942.

1° Sciences mathématiques. — **R. Apéry** : *Sur un procédé de définition de courbes ayant un nombre élevé de rebroussements.* — **V. A. Kostitzin** : *Sur l'équation généralisée de la chaleur dans le cas d'une sphère.* — Mlle **J. Ferrand** : *Sur les fonctions holomorphes ou méromorphes dans une couronne.* — **P. Lelong** : *Sur certaines fonctions multiformes.* — **R. de Fleury** : *Les édifices à deux constituants ; calcul de leurs propriétés mécaniques, applications numériques aux plastiques et aux matériaux de remplacement.* — **O. Costa de Beauregard** : *Sur la mécanique analytique du point électriquement chargé.* Expression complétée de la variation d'impulsion-énergie électromagnétique d'une charge ponctuelle. — **J. Ronbaud-Valette** : *Les équations de Maxwell et l'espace elliptique à trois dimensions.*

2° Sciences physiques. — **G. Gondet, P. Herreng** et **G. Nief** : *Un mode nouveau d'excitation des gaz raréfiés par des ondes électromagnétiques de très haute fréquence.* — **G. Destriau** et Mlle **P. Legendre** : *Différence du potentiel au contact métal-solution à travers les métaux en couche mince* : Etude de la variation de la f.e.m. du couple en cours de polarisation en fonction de l'epaisseur du métal apporté. — Mlle **Y. Cauchois** : *Les niveaux extérieurs des atomes lourds révélés par leurs spectres de rayons X de grande fréquence. Etude du bismuth.* — Mlle **S. Perrier** et **M. Mathieu** : *Contribution à l'étude de la nitrocellulose. Biréfringence de fibres de Ramie nitrées.* — **R. Latarget** : *Mécanisme de l'action des rayons ionisants sur l'eau.* — **J. Loiseleur** : *Sur les échanges électroniques dans l'eau soumise à l'action des rayons X.* — **J. P.-E. Duclaux** : *Tension de vaporisation et tension de sublimation.* — **A. Lassieur** : *Dosage du silicium dans l'aluminium commercial et dans ses alliages.* — **A. Dupire** : *Contribution à l'étude des esters de l'acide arsénieux.* — **A. Leman** : *L'acétylation pyridinique des glucides.* — **Buu-Hoï** et **P. Cagniant** : *Nouvelle méthode de synthèse du phtiocol et de ses homologues.*

3° Sciences naturelles. — **G. Bertrand** et **L. Silberstein** : *Répartition du bore dans les diverses parties de la graine.* — **J.-A. Thomas** : *Action du p-amino phénylsulfamide sur la chromatine de l'œuf d'oursin en segmentation.* — **V. Plouvier** : *Sur l'étude biochimique des fleurs, fruits et graines des Cydonia japonica Pers et C. Maulei Mast.*

Le Gérant : Gaston [illegible]

Sté Gle d'Imp. et Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 3-42.